



HAL
open science

Développement des énergies renouvelables et géoprospection : exemple au sein des régions Bourgogne-Franche-Comté Grand-Est

Léo Foster

► **To cite this version:**

Léo Foster. Développement des énergies renouvelables et géoprospection : exemple au sein des régions Bourgogne-Franche-Comté Grand-Est. Géographie. 2020. dumas-03772870

HAL Id: dumas-03772870

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03772870v1>

Submitted on 3 Oct 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License



**MEMOIRE DE MASTER 2 : DEVELOPPEMENT DES ENERGIES
RENOUVELABLES ET GEOPROSPECTION ;**

Exemple au sein des régions Bourgogne-Franche-Comté Grand-Est

LEO FOSTER

M2 ADAUR

PROMOTION 2019-2020

Membres du jury :

Tutrice professionnelle : Anaïs WALCH, chargée de développement territorial photovoltaïque

Tutrice universitaire : Emeline COMBY, maître de conférence à l'université de Franche-Comté SLHS

Jury 1 : Thomas BUHLER, maître de conférence à l'université de Franche-Comté SLHS

Jury 2 : Samy YOUSOUFI, maître de conférence à l'université de Franche-Comté SLHS

Table des matières

| | |
|---|----|
| Remerciements | 5 |
| Mise en contexte..... | 7 |
| PARTIE I : SITE MATERIEL ET METHODE | 15 |
| PARTIE II : La prospection territoire solaire, des méthodes se rapprochant plus de la Géoprospection que de la prospection territoriale classique..... | 27 |
| Partie III : résultats et discussion..... | 47 |
| Conclusion et prise de recul | 56 |
| Annexes | 58 |
| Bibliographie | 62 |
| Sitographie | 63 |
| Table des figures | 66 |
| Table des tableaux | 67 |
| Résumé..... | 69 |
| Mots clés | 69 |

Remerciements

Je tiens à remercier l'entreprise Valeco pour son accueil chaleureux et bienveillant lors de ce stage. Je tiens tout particulièrement à remercier l'agence Dijonnaise qui dès le premier jour nous a intégré comme des membres à part entière de l'équipe. Merci à TERENCE, chef de l'agence pour sa confiance accordée mais également pour ses bonnes expressions qui sentent bon les cigales comme la « ventrèche » 😊. Merci à Cyprien Bourget pour ses petites blagues, ses talents non reconnus au blind test et sa bonne humeur contagieuse, merci pour ton apport scientifique à la cuisine traditionnelle comme ta bouillabaisse revisitée (oui je parle de ta soupe de poissons). Et enfin merci à Anaïs de m'avoir accompagné au quotidien dans ce stage, de m'avoir transmis des connaissances et sa fervente motivation à convaincre les élus à se donner dans le renouvelable. Merci de m'avoir fait découvrir la région Grand-Est au travers de trajets dans des lieux souvent dépaysants au sens fort du terme ^^

Je tiens également à remercier Emeline Comby pour son suivi hebdomadaire qui m'a motivé et poussé de l'avant dans la rédaction de ce mémoire. Merci d'avoir fait le lien entre mon passage de l'université au monde professionnel.

Mise en contexte

« Ce qui marquera en profondeur l'évolution de notre *mix* électrique, comme on l'appel, ce sera évidemment l'essor des énergies renouvelables. A l'horizon 2030, la production du parc éolien terrestre sera ainsi triplée. La quantité d'énergie produite à partir du photovoltaïque multipliée par 5. L'électricité produite en France demain sera la fille en quelque sorte de l'air, du soleil et de l'eau »¹. Cette citation est extraite du discours du 27 novembre 2018 prononcé par le président de la république, Mr. MACRON. Ce discours prouve une certaine volonté de la part des dirigeants, de modifier en profondeur la production électrique en France, pour amorcer la transition écologique. Cette dernière est un changement dans nos comportements (consommation ; travail ; production) favorisant le développement durable et répondant ainsi aux principaux enjeux environnementaux. Selon l'agence nationale de la cohésion des territoires, la transition écologique résulte d'une « transformation profonde, mais progressive de nos économies et de nos sociétés conduites par différents acteurs pour réduire l'empreinte des activités humaines sur l'environnement et parvenir à un développement durable ». Cette notion est également fortement liée à celle de la transition énergétique qui, elle, définit une bascule d'un système énergétique basé sur les énergies fossiles à un autre, basé sur le renouvelable. Ce n'est qu'à partir des années 2000 que les technologies éoliennes et photovoltaïques se développent grâce aux progrès technologiques (économie d'échelle). Le contexte actuel (raréfaction du pétrole ; catastrophe nucléaire...), participe à un changement de stratégie de la part des gouvernements dans la répartition du mix énergétique des pays. Nous pouvons en exemple, citer la France qui en 2015, s'est dotée de la loi de transition énergétique qui fixe des objectifs stricts de développement du renouvelable et de baisse de la part du nucléaire dans son mix énergétique national (Légifrance 2015). Ces objectifs ont un point commun, engager notre pays sur une croissance verte. Cette dernière est un concept important dans le domaine de l'environnement. Elle associe deux objectifs, poursuivre une croissance économique mondiale pour répondre aux besoins de la population tout en faisant face aux différentes pressions environnementales². Avant ça, et depuis les révolutions industrielles du 19^{ème} siècle, la part des énergies dites renouvelables dans la vie quotidienne des individus était devenue très faible. À l'époque, l'énergie hydraulique ; est la seule source d'énergie renouvelable qui conserve une utilisation encore massive en Europe.

La prise de conscience sur la situation environnementale n'est pas nouvelle. Depuis les années 70, différents sommets et autres réunions ont eu lieu pour mettre en place un développement plus durable pour les générations futures. Le développement durable est défini dans le rapport de Brundtland en 1987, comme un développement qui doit « répondre aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations à venir de répondre aux leurs ». Ce développement se fait selon trois piliers clés, le développement économique, le respect des équilibres écologiques et le progrès social (PNUE 2020). La première coopération internationale pour le climat a eu lieu à Stockholm en juin 1972. Le but de ce sommet étant d'initier une gouvernance mondiale de l'environnement. La principale réussite de ce sommet a été la mise en place du programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE)³ (PACCAUD Françoise 2014 ; MAERTENS Lucile 2017). Ses actions suivent deux axes principaux, coordonner les actions des Nations unies dans le domaine de l'environnement et le second, accompagner les pays dans la mise en place de mesures environnementales. Ce sommet a initié une série de rencontres décennales. Lors du sommet de la Terre de 1992 à Rio, les Etats se mettent d'accord autour de la notion de

¹ <https://www.youtube.com/watch?v=qu302xH7DuQ> (URL de la vidéo d'où est extraite la citation)

² Source OCDE, Organisation de coopération et de développement économique

³ <https://www.unenvironment.org/fr>

développement durable qui y est promu pour la première fois. En 1997, le protocole de Kyoto vise à réduire d'au moins cinq pourcents, entre 2008 et 2012, les émissions de gaz à effet de serre (GES) dans le monde. Aujourd'hui, sa réussite est controversée puisque 184 des 195 pays l'ont signée, mais plusieurs grandes puissances économiques ne tiennent pas compte des mesures de diminution des GES comme le Canada, les USA ou encore la Russie.

Au sein de l'Union Européenne (UE), les objectifs environnementaux affichés sont ambitieux. Ils s'inscrivent dans un projet porté par la commission européenne⁴, ce dernier vise la neutralité carbone pour l'union d'ici 2050. Cela signifie que d'ici 2050, l'Union souhaite ramener les émissions de GES à 0. En décembre 2019, la nouvelle présidente de la commission européenne, Ursula Von Der Layen présente la pièce maîtresse de son mandat, le *green deal* européen. Découle de ce pacte vert, la loi Européenne pour le climat qui permettra de suivre les progrès des Etats membre dans la réduction des GES tous les 5 ans. L'objectif de cette loi, être en dessous du scénario d'une hausse de la température mondiale de +2°C d'ici 2100. Le pacte vert européen promet de placer la transition écologique au cœur des politiques de l'Union Européenne. La Commission européenne précise qu'à terme 25% du budget de l'UE doit être consacré à la transition écologique. Ce chiffre représente un investissement compris entre 260 et 300 milliards d'euros par an pour atteindre la neutralité carbone d'ici 2050. Ce projet est accepté et signé par 27 des 28 pays membres, la Pologne est le dernier pays frileux vis-à-vis de ce projet. Ce dernier, est moins bien accepté par les pays d'Europe de l'Est qui ont une économie fortement dépendante du secteur d'extraction du charbon. Pour les aider, la commission européenne propose la mise en place d'un fond de solidarité qui redistribuera 100 milliards d'euros à ces pays jugés trop dépendants vis-à-vis des ressources fossiles.

En France, la préservation de l'environnement a vite été intégrée dans les textes de loi, dès les années 60, la notion de protection y est intégrée, notamment dans la loi de création des parcs nationaux. Toujours dans ce domaine, la loi de 1976 relative à la protection de la nature, instaure des mesures de protection pour les espèces animales et végétales dans le but de préserver les équilibres naturels. En 1971, l'état crée le ministère de l'écologie pour prendre en main de manière plus active la protection de l'environnement. En 1991, la création de l'agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) favorise l'accompagnement régional du développement durable en France. L'événement principal des années 2000 concernant l'environnement en France est la mise en place du Grenelle de l'environnement. Ce dernier a été mis en place par le ministère de l'environnement de l'époque. Celles-ci ont pour but de prendre des décisions à long terme concernant la préservation de l'environnement et le développement durable du pays. Les autres objectifs de ce pacte sont, la réduction des gaz à effet de serre, mais également l'amélioration de l'efficacité énergétique. Toutefois, la première version de cette loi Grenelle ne fait pas l'unanimité au sein de l'opposition ni au sein des associations écologistes, à cause du manque d'engagement sur certains secteurs jugés clés (dont le nucléaire). Une deuxième version de ce pacte est adoptée en 2010 (Grenelle II). Celle-ci fixe notamment des objectifs plus concrets pour les collectivités dans les objectifs de développement durable. Les schémas de cohérence territoriale (SCoT) et les plans locaux d'urbanisme (PLU) doivent par exemple mettre en place des mesures pour une meilleure maîtrise de la production d'énergies d'origine renouvelable. Pour cela, ils suivent les objectifs fixés par les schémas régionaux (Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Egalité des Territoires (SRADDET) ; Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE) ; Schéma

⁴ https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050_en

Régional de Raccordement au Réseau des Energies renouvelables (S3RENr voir explication partie cadre réglementaire).

Les énergies renouvelables, souvent promues comme la pierre angulaire de la transition énergétique, incarnent le symbole d'un développement plus durable du secteur de l'énergie. La production est-elle à la hauteur des objectifs affichés de développement ?

Les énergies renouvelables : quel bilan dresser du symbole de la transition énergétique ?

Un des objectifs de développement mondial est d'assurer un accès à « l'énergie abordable, fiable et moderne pour tous d'ici 2030 » (citation extraite du site de l'agence internationale de l'énergie (IAE)). Selon l'IAE⁵, entre 2017 et 2018, la demande mondiale en électricité a augmenté de 4%. Sur la même période, après trois années consécutives de baisse, les émissions de CO₂ ont augmenté de 2,5% dans la production d'électricité. La principale raison réside dans l'utilisation massive du charbon pour produire de l'électricité. 42% des émissions de gaz à effet de serre dans le domaine de l'énergie sont liées directement à la production d'électricité, ce qui en fait de loin le secteur le plus polluant. Dans ce contexte, pour les Etats, il est urgent de développer des manières propres de produire de l'électricité pour respecter les objectifs de développement durable mondiaux. Aujourd'hui, un des enjeux, est la baisse de l'intensité carbone dans la production d'électricité. Cette intensité carbone, correspond à un indicateur qui mesure les émissions de CO₂ par point de PIB. Ce dernier est souvent calculé en complément de l'indice d'intensité énergétique d'un pays qui, lui, mesure le rapport entre la consommation d'énergie d'un pays et son PIB. Ces deux indices permettent ainsi de mesurer « l'efficacité énergétique » des systèmes économiques. Actuellement, la baisse de l'intensité carbone dans la production électrique mondiale est de l'ordre de 1,8% par an. Pour respecter les engagements pour le climat adoptés lors de la Cop 21, dans le but de maintenir le réchauffement planétaire en dessous du seuil des 2°C, cette baisse doit être de 3.4% par an jusqu'en 2030. Le chemin à parcourir est encore long. Les énergies renouvelables et nucléaires sont appelées technologies bas carbone (forte production électrique et peu de rejets de CO₂ lors de son fonctionnement), elles représentaient environ 36% de la production électrique mondiale en 2018. Les objectifs de développement durable dans le domaine de l'énergie fixent le chiffre de 63% de la production mondiale d'ici 2030 avec le solaire photovoltaïque en tête de liste. Toutefois, l'importance du nucléaire dans la production électrique pose question aux vues de certaines catastrophes récentes (Fukushima, Tchernobyl). Plus proche de chez nous, une question divise : que faire des déchets produits par ces centrales qui sont hautement radioactifs et qui le seront encore pour des centaines d'années ? Globalement, le parc nucléaire français est vieillissant, ce qui impose des frais de maintenance très importants et qui inclut une part de risque plus importante également. En France, plusieurs associations, partis politiques et citoyens militent pour une sortie complète du nucléaire le plus rapidement possible. Une solution plus rationnelle est de réduire la part du nucléaire dans la production électrique, au profit du développement des énergies renouvelables. Ce processus est en marche avec, la fermeture programmée de 14 réacteurs d'ici 2035.

⁵ L'IAE, compte trente pays membre, elle est connue pour ses rapports annuels sur les perspectives des différents marchés de l'énergie. Ses missions se structurent autour de quatre axes principaux, la sécurité énergétique ; le développement économique (supprimer la pauvreté énergétique) ; la sensibilisation à l'environnement ou encore l'accompagnement des pays en développement dans le but de trouver des solutions aux préoccupations environnementales et énergétiques (définition Wikipédia 2020).

La puissance nominale, est un indicateur souvent utilisé dans le domaine de l'énergie, elle correspond à la puissance maximale produite par un réacteur, un générateur ou encore un panneau solaire. Elle peut également définir la puissance théorique de production d'électricité d'un parc de centrales d'un pays (Wikipédia 2020). Dans le domaine du photovoltaïque, deux termes sont généralement utilisés, le kilowatt-crête (KWc) qui est une unité de mesure de la puissance d'un panneau solaire en utilisation optimale, c'est-à-dire exposé à un rayonnement solaire maximal (autour de midi). Cette puissance moyenne en France est aux alentours de 1000watts par m². La puissance nominale correspond quant-à-elle à la puissance réelle d'un module solaire, les panneaux n'étant pas toujours exposés à une exposition optimale. On observe en moyenne, un décalage de 15% entre la puissance crête affichée et la puissance nominale d'une installation solaire⁶.

Les énergies renouvelables représentaient 26% de la production électrique mondiale en 2018 (IAE 2020). Ce chiffre semble être en accord avec les objectifs internationaux même si cette dernière doit être amenée à augmenter dans le futur. La part des énergies renouvelables est en constante progression dans le mix énergétique mondial. Le domaine photovoltaïque est prometteur, selon les dernières prévisions de l'IAE, le secteur devrait connaître une progression de près de 50% entre 2019 et 2024 (progression de 1200 GW → équivalent à la puissance du parc solaire américain en 2019).

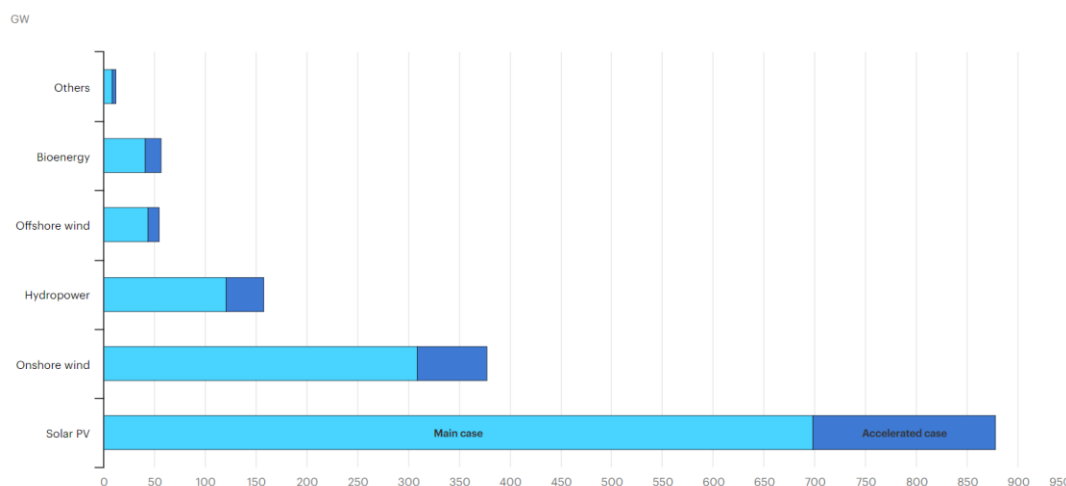


Figure 1 : prévision de la croissance des capacités dans le secteur des EnR 2019-2024 (source IAE)

La figure 1 montre une forte progression des capacités solaire qui représente près de 70% de la croissance espérée dans le secteur des EnR sur la période. D'autres secteurs vont connaître une augmentation comme l'éolien *offshore* qui se développe en Europe et en Chine notamment. L'IAE a effectué plusieurs scénarios représentant l'évolution du *mix* énergétique mondial entre 1990 et 2035. Nous remarquons que la croissance des énergies renouvelables est constante, passant de 12 à 18% du *mix* mondial entre 1990 et 2030. En 2020, selon cette infographie (figure 2), les énergies renouvelables représentent 15% de la production électrique mondiale. Le secteur le plus développé étant celui lié à la production d'électricité à base de biomasse et biocarburant (10%). Le solaire et l'éolien étant dans la catégorie « autres renouvelables », nous remarquons le potentiel de développement important pour ces différentes sources d'énergie.

⁶ Source (EDF)

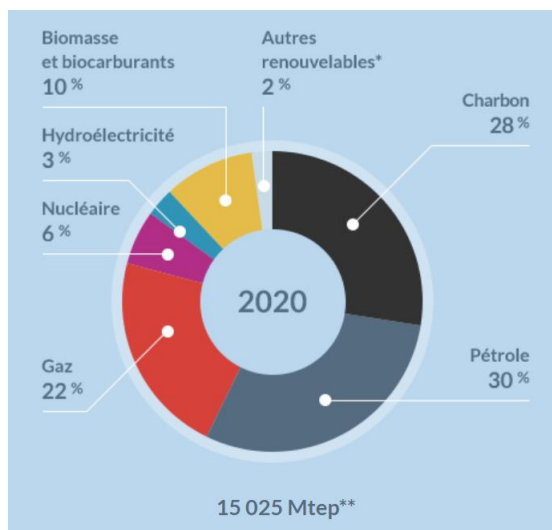


Figure 2 : mix énergétique mondial en 2020 (source IAE)

Au cours de la dernière décennie, les investissements (figure 3) dans le secteur des énergies renouvelables ont permis de multiplier sa capacité de production par 4 (400 → 1600 GW). La capacité de production du secteur solaire a été multipliée par 26 sur cet intervalle. Par exemple, aux Etats-Unis, les investissements dans le secteur des énergies renouvelables ont été trois fois supérieurs à ceux destinés aux énergies fossiles pour l'année 2018. Pour la période comprise entre le premier semestre 2010 et 2019, la Chine est le pays ayant le plus fortement investi dans le renouvelable, suivent ensuite le Japon et les Etats-Unis. Sur cette période, l'Union européenne a également investi massivement dans le renouvelable avec deux pays en tête de proue, l'Allemagne (179 milliards de dollars) et le Royaume-Uni (122 milliards). Selon le programme des nations-unies pour l'environnement, en 2018, 29 pays ont investi au moins 1 milliard de dollars dans le secteur des énergies renouvelables ce qui constitue un record.

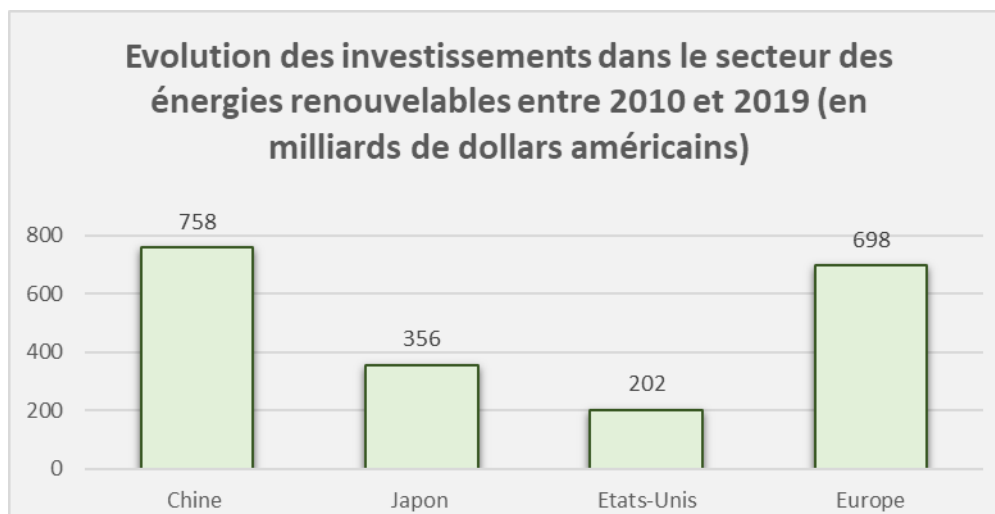


Figure 3 : évolution des investissements dans le secteur des énergies renouvelables entre 2010 et 2019 (source PNUE, 2020)

En France, la part des énergies renouvelables dans le mix énergétique progresse chaque année. Elle était de 6,6% en 2007, en 2017, elle s'élève à 10,7%. La production nationale par secteur en 2017 était dominée par l'hydroélectricité (54%) et l'éolien (26%). Concernant la production solaire, en France, 9 436 MW sont raccordés au 31 décembre 2019 ; cela représente environ 2,5%

des besoins de consommation d'électricité. La puissance, raccordée au réseau en 2019, est assez inégalement répartie sur le territoire (cf. figure 4). Les régions de la moitié sud du pays, possèdent en toute logique, une puissance installée plus importante (ensoleillement favorable)(cf annexe 4). Actuellement, la partie sud du pays est soumise à une forte pression foncière, ce qui ne favorise pas le développement de projets solaires. Les développeurs se tournent donc vers des régions moins ensoleillées mais où la pression foncière est plus faible. Nous nous intéresserons dans ce mémoire au développement au sein de la région Grand-Est, une des régions les moins ensoleillées de France mais possédant des atouts importants liés à son passé industriel.

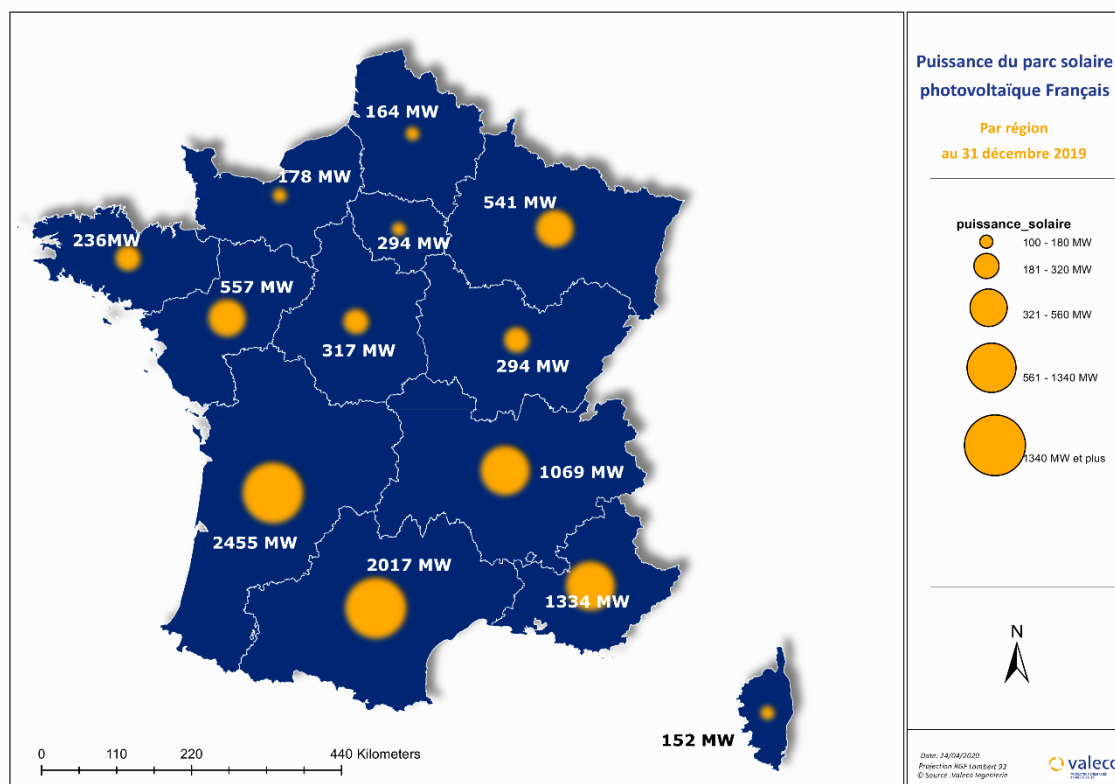


Figure 4 : parc photovoltaïque en France au 31 décembre 2019

Les signes dans le secteur du renouvelables sont plutôt en accord avec les objectifs mondiaux pour le climat, et traduisent une volonté mondiale de développer des formes plus durables de production d'énergie. A l'échelle nationale, les mesures politiques concernant le développement des énergies renouvelables sont ambitieuses pour pallier le défi de la transition énergétique et essayer de compenser les baisses liées à la diminution de la part du nucléaire dans le *mix* énergétique français. Le secteur lié à l'énergie photovoltaïque sera largement expliqué dans ce travail, en particulier la phase de prospection territoriale qui en découle. Les contraintes à prendre en compte pour développer un projet de centrale au sol seront abordées, de même que les méthodes utilisées pour trouver des sites potentiellement favorables, et les jeux d'acteurs qui en découlent. La question centrale de ce travail va s'articuler autour de la réflexion suivante, en quoi la prospection territoriale solaire se rapproche-t-elle plus de la géoprospection dans ses méthodes que de la prospection géographique classique ?

Qu'est-ce que la prospection ?

Au sens général, la prospective territoriale est une manière originale d'observer sur une longue période et avec un horizon à long terme une situation déterminée (Découflé 1972). La prospective constitue donc un va et vient entre le présent, le passé et le futur, en se fondant sur l'étude de l'ensemble des facteurs en jeu et de leurs interrelations, et en intégrant des ruptures subies ou voulues (De Jovenel, 1999). L'objectif n'est pas de prédire le futur mais d'aider une société à se construire un avenir désiré. Les démarches de prospective territoriale sont apparues plus tard comme une solution à la nécessité d'anticiper le devenir d'un territoire (Casanova 2011). La prospective territoriale s'est développée à partir des années 1990. À l'origine, cette dernière a pour projet de définir des faits et des territoires, porteurs d'avenir, dans une perspective opérationnelle voire programmatrice. La dimension territoriale est primordiale dans cette approche et en constitue la notion centrale. La prospection se base sur des dynamiques passées et présentes d'un territoire pour y formuler des réflexions. Toutefois, ces dynamiques ne conditionnent pas le scénario développé.

Nous avons évoqué précédemment, l'aspect de prospection territoriale dans le domaine des énergies renouvelable. Cette dernière est une approche centrée sur le devenir des territoires. Cette notion est fréquemment utilisée dans le domaine de l'aménagement du territoire. La prospection est un outil de démarche collective qui rassemble des acteurs locaux pour construire et réfléchir autour de démarches concertées, de visions communes pour construire des scénarios de plusieurs « futurs possibles ». Cette démarche peut s'effectuer à plusieurs échelles, régionale, intercommunale ou le plus souvent, locale. La prospection permet d'allier un travail porté par des professionnels de divers domaines qui possèdent le côté technique, à des acteurs locaux (élus, associations, habitants) qui possèdent quant à eux une bonne connaissance du terrain et des enjeux qui en découlent. Cette démarche participative se développe car elle permet de mettre en place des projets adaptés au contexte local, et à la vision des décideurs. Cette démarche proactive permet de fédérer les élus, les habitants ou encore les associations autour d'un projet, dans lequel ils se sentent investis et acteur. Cette approche active permet dans la plupart des cas une bonne acceptation du projet à l'échelle locale.

Dans le cadre de mon stage, j'ai eu la possibilité de travailler dans le service développement territorial de l'entreprise Valeco, dont la principale mission, à travers des méthodes de prospection territoriale est de développer des projets dans les énergies renouvelables que je vais développer dans la partie suivante.

PARTIE I : SITE MATERIEL ET METHODE

Présentation de l'entreprise :

Valeco est une société spécialisée dans le développement, le financement, la réalisation, l'exploitation et la maintenance de centrales de production d'énergie renouvelable en France et à l'international. L'entreprise est présente dans le secteur des énergies renouvelables depuis plus de 20 ans. Fondée en 1995, dans un contexte où la prise de conscience de l'épuisement des énergies fossiles se développe, l'entreprise se positionne alors dans un secteur nouveau, celui des énergies renouvelables. En 2008, la Caisse des dépôts et des consignations investit et rachète des parts dans l'entreprise à hauteur de 30%. Cet achat permet alors de consolider financièrement l'entreprise qui va pouvoir poursuivre des objectifs ambitieux en matière de production d'énergie renouvelable. Par la suite, la société a poursuivi son développement, à l'étranger notamment. Depuis 2012, Valeco est présent au Canada, en 2015 au Mexique et en 2018, au Vietnam.

L'année 2019, marque un changement majeur pour l'entreprise. Cette dernière est rachetée par le groupe EnBW, troisième entreprise allemande dans le secteur de l'énergie. Cette acquisition permet d'assurer une sécurité financière à Valeco et de chercher à atteindre des objectifs de plus en plus conquérants. L'objectif étant de faire partie des 5 principaux acteurs du secteur du renouvelable en France.

Valeco en quelques chiffres :

- **7** agences réparties sur le territoire (Montpellier ; Toulouse ; Nantes ; Amiens ; Lyon ; Dijon et Boulogne) pour assurer une proximité avec les projets mais également une couverture géographique du pays.
- **715** MW de production en 2022 dont **520** dans l'éolien et **110** dans le solaire.
- **1000** MW en instruction et en développement.
- **Lunel**, première centrale photovoltaïque au sol de France.
- **Tuchan**, plus grand parc éolien de France au moment de sa construction.
- **4** projets innovants avec le développement de parc solaire photovoltaïques flottants.
- Puissance raccordée correspondant à la consommation annuelle de **412 000 habitants**. En prenant en compte le Groupe EnBW dans son ensemble, la production raccordée équivaut à la **couverture de 2 millions d'habitations**.

Encadré 1 : Présentation de l'entreprise en quelques chiffres ;



Figure 5 : centrale solaire de Lunel

La figure 5 présente la centrale photovoltaïque de Lunel, première centrale au sol de France. Mis en service en 2008, cette centrale est de taille modeste (1,5 Ha), mais à cette époque,

le fait de développer ce type de projet est innovant et prometteur, cette installation marque le début du développement des centrales solaires au sol en France. Cette installation couvre les besoins électriques de 250 foyers.

Valeco est un producteur-exploitant, cela signifie que l'entreprise est présente sur l'ensemble de la chaîne des métiers dans le secteur de l'énergie, de la phase de conception d'un projet jusqu'à celle de l'exploitation ou encore du démantèlement des installations. Cette maîtrise complète de la chaîne des métiers est un atout pour l'entreprise face à d'autres concurrents. Un autre atout est régulièrement mis en avant, l'entreprise est présente uniquement dans le secteur des énergies renouvelables, ce qui en termes d'image peut renforcer sa crédibilité vis-à-vis d'autres concurrents présents sur plusieurs domaines (Total). Les principaux concurrents en France dans le domaine des énergies renouvelables sont, Total et ses filiales TotalSolar et Total Quadran, EDF EnR ou encore Engie. Toutes ces entreprises appartiennent à des groupes puissants et influents, le rachat de Valeco par EnBW permet à l'entreprise de se renforcer pour pouvoir concurrencer ces entreprises à l'avenir. La concurrence est également liée à l'appartenance territoriale des projets. Les acteurs locaux ont parfois tendance à privilégier les entreprises et développeurs locaux à des grands groupes mondiaux. Dans ce cadre, les principaux concurrents en région Bourgogne-Franche-Comté sont Opale, en Grand-Est principalement H2air, Opale et RES. Valeco, malgré son expansion constante depuis des années, reste un groupe moins important que Total, EDF ou encore Engie. J'ai formulé une hypothèse qui me semble assez juste concernant la concurrence dans le domaine des énergies renouvelables, où deux visions s'affrontent :

- D'une part, les entreprises et appels d'offres privés qui auront tendance à privilégier la renommée, la puissance financière et les références internationales des différents groupes. Dans ce contexte il est parfois difficile de lutter avec les acteurs majeurs du secteur.
- D'autre part, les projets sur des parcelles communales ou intercommunales où les acteurs locaux privilégient le projet, sa proposition technique et sa vision du territoire. Dans ce contexte, ils ont tendance à privilégier les entreprises locales où celles ayant une vision globale en adéquation avec leurs opinions. Les entreprises de tailles moyennes sont donc plus à leurs avantages, les gros groupes pouvant avoir tendance à effrayer les acteurs qui estiment que leur investissement peut être moindre (groupe gérant de multiples projets).

La figure 6 présente la situation de Valeco sur le territoire national.



Figure 6 : répartition des projets Valeco en 2020 (Source Valeco 2020)

Cadre réglementaire autour des énergies renouvelables

Présentation synthétique des différents documents réglementaires en vigueur

En plus de la réglementation nationale, il existe trois échelles géographiques distinctes dans la hiérarchie des documents en vigueur dans le domaine de l'énergie :

Régionale : entre 2012 et 2020, trois documents étaient en vigueur et concernaient entre autres le domaine de l'énergie. Il s'agit du SRADDET⁷ ; du SRCAE⁸ qui contenait le SRE⁹ et enfin le S3REnR¹⁰. Ces documents fixent les grandes orientations et objectifs de développement pour le domaine des énergies renouvelables. Nous reviendrons en détail sur le contenu et le rôle de chaque document dans les prochains paragraphes. Depuis cette année, le SRCAE est inclus au sein du SRADDET. A l'échelle régionale, les principaux schémas directeurs fixent des objectifs pour le développement local des énergies renouvelables. Globalement, leurs objectifs sont similaires, ils visent un développement plus durable du territoire sur le long terme et respecter les objectifs dans la part de production des énergies renouvelables (30% du mix énergétique d'ici 2030). Pour poursuivre la description du rôle des principaux documents à l'échelle régionale, nous allons nous intéresser au S3REnR. Ce schéma est indispensable au développement des projets. Il contient un état des lieux des postes de raccordement au réseau existant. Lors de son élaboration, le schéma va entrer en contact avec les différents développeurs de projets. Son but étant, d'identifier des futures zones d'implantation pour identifier des espaces où une nouvelle implantation de poste de raccordement est nécessaire. Ce document gère donc la partie physique nécessaire au développement de tout projet dans le domaine des énergies renouvelables.

EPCI : plusieurs documents, en accord avec ceux qui régissent de l'échelon géographique régional, sont en vigueur. Nous retrouvons, les SCoT¹¹, les PCAET¹², le SDE¹³ ou encore les PLUi¹⁴. Ces derniers, concrétisent les objectifs nationaux et régionaux en désignant des zones avec un potentiel de développement des énergies renouvelables. Les SCoT, sont des documents de planification stratégique à long terme pour le territoire (20 ans). Ces derniers ont été introduits lors de la loi portant sur la solidarité et le renouvellement urbain (SRU,2000). Son échelle géographique est variable, il peut être à l'échelle d'un ou plusieurs EPCI, à l'échelle d'un bassin de vie, d'une agglomération, d'un PNR. De même que sa gouvernance, qui peut être prise par n'importe quel acteur local décidant de son élaboration. Ce document sert de cadre de référence dans les domaines de l'aménagement du territoire, du développement durable, de mobilité pour les documents locaux d'urbanisme (PLU/PLUi/PDU¹⁵/PLH¹⁶). Il établit un contrat de territoire (source issue du site du gouvernement sur la cohésion territoriale) qui anticipe les problématiques liées à la transition énergétique. Actuellement, **95%** de la population métropolitaine est couverte par un

⁷ Schéma Régional d'Aménagement de Développement Durable et d'Égalité des Territoires

⁸ Schéma Régional Climat Air Énergie

⁹ Schéma Régional Eolien

¹⁰ Schéma Régional de Raccordement au réseau des Énergies Renouvelables

¹¹ Schéma de Cohérence des Territoires

¹² Plan Climat Air Énergie Territorial, document rendu obligatoire pour les EPCI de plus de 20 000 habitants

¹³ Schéma Directeur Eolien

¹⁴ Plan Local d'Urbanisme intercommunal

¹⁵ Plan de Déplacement Urbain

¹⁶ Plan Local de l'Habitat

S-CoT opposable ou en cours d'élaboration. Cela correspond à une couverture géographique de **85%** des communes.

Commune : à cet échelon, nous pouvons identifier la faisabilité d'un projet ou du moins sa complexité pour une éventuelle mise en œuvre. Pour cela, nous prenons le zonage et le règlement du document d'urbanisme en vigueur. Deux documents sont généralement en action, les PLU ou les cartes communales. Lorsqu'un zonage et un règlement sont compatibles alors le projet est facilement développé. Dans le cas contraire, des ajustements sont nécessaires en demandant des modifications de zonage et de règlement permettant l'installations de centrales solaires au sol. Les communes n'ayant aucun document, sont soumises au règlement national de l'urbanisme (RNU). Le RNU, applique la règle de la constructibilité limitée, ce qui contraint les communes puisque aucune nouvelle extension n'est autorisée. Il existe toutefois quelques exceptions, en continuité du bâti un projet d'extension urbaine peut être envisagée. Il est également possible d'envisager un projet sur un terrain qui a déjà été exploité par le passé. À l'échelle communale, le PLU est un document ayant une forte influence sur un projet dans le domaine des énergies renouvelables. Il définit un règlement précis sur chaque zone de son territoire dans lequel il indique les autorisations et interdictions qui en découlent. Ce document est la traduction locale des prescriptions des différents objectifs de l'Etat. Chaque commune peut donc faire le choix d'autoriser explicitement les projets d'énergie renouvelable sur son territoire. Elle se dote alors de zonages spécifiques comme par exemple : Aph (zone agricole autorisant le photovoltaïque) ; Nph (zone naturelle autorisant le photovoltaïque) ; Ae (zone agricole autorisant l'éolien) ou Ne (naturelle autorisant l'éolien). Il existe également des formules autorisant les énergies renouvelables sous une forme plus discrète, lorsque pour une zone le règlement autorise les installations d'intérêt collectif notamment.

Articulation entre les différents documents :

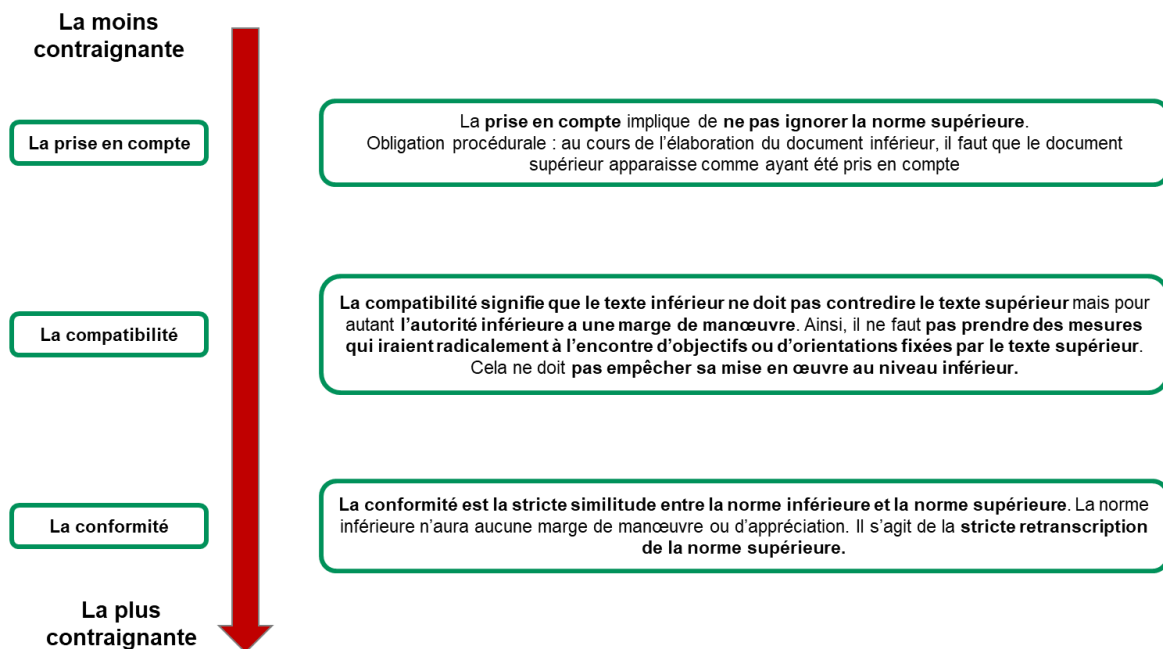


Figure 7 : schéma présentant les différentes relations possibles entre les documents d'urbanisme (Source Valeco, septembre 2019).

La figure 7, présente la hiérarchie par ordre croissant entre les différentes relations pour les documents d'urbanisme. Les trois relations possibles étant, la **prise en compte** (peu de contraintes lors de l'élaboration du document, une citation comme quoi ce dernier a été pris en compte suffit), la **compatibilité** (le document doit aller dans le même sens que le schéma régional), la **conformité** (retranscription stricte des exigences du document supérieur). Nous allons grâce à la figure 8, caractériser les liens entre les différents documents d'urbanisme.

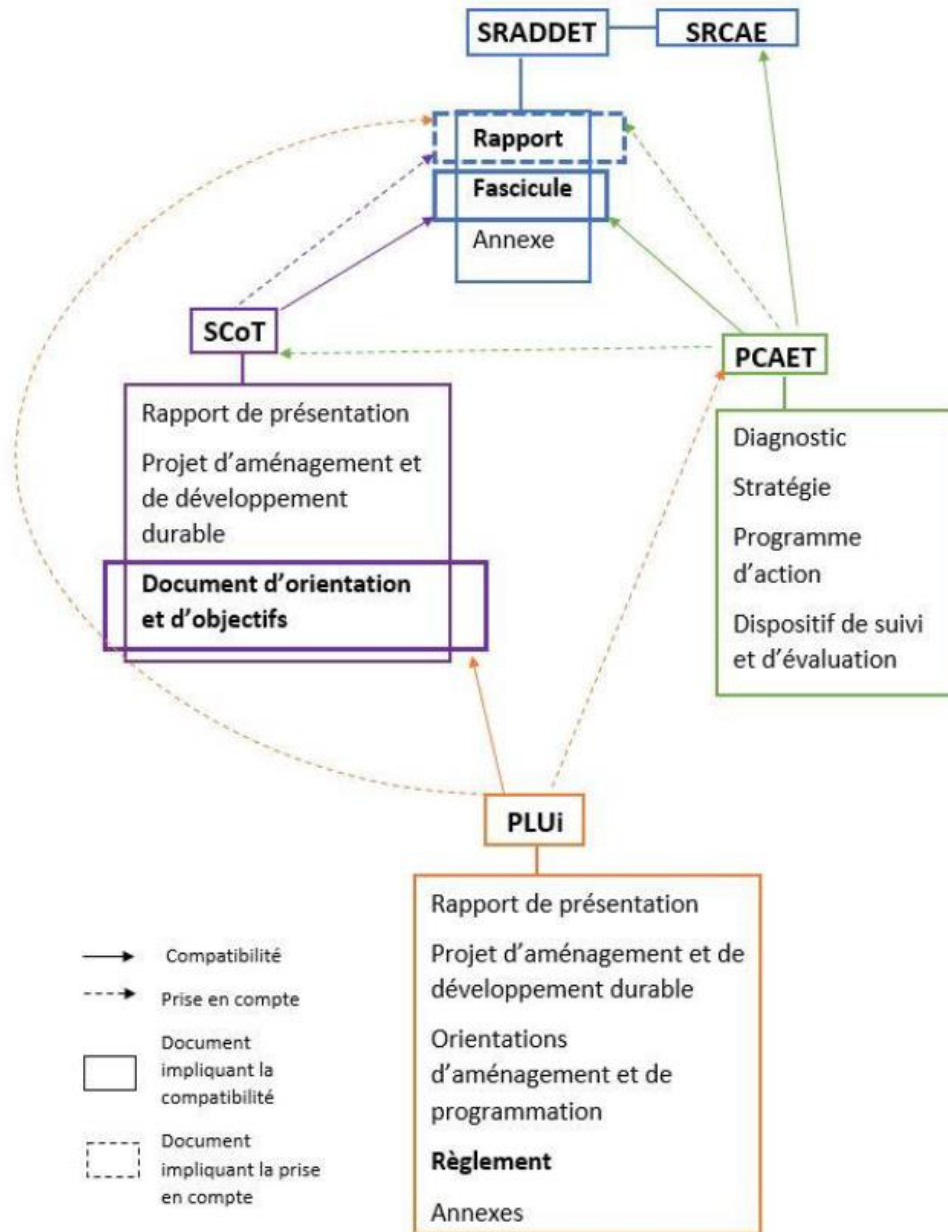


Figure 8 : caractérisation des relations entre les différents documents d'urbanisme (source Valeco 2019).

L'urbanisme est le cadre réglementaire pour tout projet. Une étude approfondie des règles, orientations et autorisations est nécessaire avant de démarrer tout projet. Ce socle est en perpétuelle évolution et nécessite une attention et une rigueur particulière pour la conduite des différents projets.

SRADDET, un document majeur :

Le SRADDET est le document principal dans le développement des énergies renouvelables. Aujourd'hui, chaque région possède un SRADDET ou est entrain de finir son élaboration. Il propose une vision globale à long terme pour une région. Ce dernier est issu de l'article 10 de la loi portant sur une nouvelle organisation territoriale de la république (NOTRe)¹⁷ qui introduit l'élaboration de ce schéma au sein des nouvelles compétences régionales dans le domaine de l'aménagement du territoire. L'objectif principal de ce document est de répondre aux attentes concernant l'accord sur le climat pour donner suite au sommet de Paris (scénario d'une hausse de 2°C d'ici 2100). Ce document possède plusieurs volets d'actions. Ceux concernant les énergies renouvelables sont liés à la maîtrise et à la valorisation de l'énergie mais également, à la lutte contre le réchauffement climatique. Ce schéma est différent des autres documents locaux d'urbanisme, puisque ce dernier est un « document stratégique, prospectif et intégrateur » (Wikipédia, 2020). Tout SRADDET comprend :

- Un rapport qui présente une synthèse de l'état des lieux, il fixe les enjeux et objectifs à long terme pour la région ;
- Une carte synthétique reprenant les points clés ;
- Un fascicule reprenant des documents graphiques destinés aux acteurs de l'aménagement et du développement durable ;
- Un rapport sur les incidences environnementales.

Depuis la mise en application de la loi NOTRe¹⁸, le SRADDET intègre le SRCAE¹⁹. Ce dernier définit par exemple, des mesures pour une meilleure adaptation au changement climatique, de réduire la pollution atmosphérique (définition de norme concernant la qualité de l'air). Enfin, il fixe des objectifs qualitatifs et quantitatifs en matière de « valorisation du potentiel énergétique terrestre, renouvelable et de récupération. » (Wikipédia 2020). Pour l'élaborer, les régions doivent réaliser des inventaires et des études prospectives (qualité de l'air, bilan énergétique, analyse de la vulnérabilité énergétique, adaptation au changement climatique). Ce schéma intègre deux documents importants pour le domaine des énergies renouvelables, le PCAET et le SRE. Le SRADDET est aujourd'hui un document majeur dans le développement et l'orientation des mesures locales des énergies renouvelables. Ce document volontariste traduit les directions de l'Etat dans le domaine de l'environnement, de l'énergie, de l'aménagement du territoire. Aujourd'hui, les documents locaux d'urbanisme appliquent les recommandations de ce document.

SRADDET de la région Grand-Est, un document ambitieux :

Au sein de notre zone d'étude, le SRADDET de la région Grand-Est, pose des objectifs ambitieux pour la région sur le plan du développement des énergies renouvelables. Ce dernier vise l'objectif d'une région à énergie positive et bas carbone d'ici 2050. Pour la région Grand-Est, le SRADDET est très ambitieux et compte faire de la région, un modèle du genre dans le domaine de la transition énergétique, écologique. Ces objectifs vont au-delà des réglementations de l'Etat. Cette vaste région possède des atouts et des ressources nécessaires à cette transition. Sur le plan énergétique, la consommation régionale est au-dessus de la moyenne nationale, cela s'explique par l'importance

¹⁷ <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000030985460&categorieLien=id>

¹⁸ Nouvelle Organisation Territoriale de la République

¹⁹ Schéma Régional Climat Air Energie

du secteur industriel dans l'économie régionale. Le SRADDET du Grand-Est fixe à minima l'objectif suivant : « couvrir les besoins énergétiques nationaux par la production d'énergie renouvelable et de récupération ». Pour cela, ce dernier prévoit deux stratégies complémentaires, d'une part, diminuer la consommation énergétique régionale de 55%, dans le même temps, multiplier par 3,2 la production à base d'énergie renouvelable.

Pour sa vision future de la région, le SRADDET du Grand-Est propose une stratégie territoriale qui doit répondre aux trois principaux défis identifiés (figure 9) lors de l'état des lieux réalisé :



Figure 9 : présentation des trois axes pour définir la stratégie du SRADDET régional (source SRADDET Grand-Est)

Pour répondre aux défis de développement du SRADDET, deux axes stratégiques s'organisent :

- **Axe 1** → changer de modèle pour un développement plus vertueux de nos territoires ;
- **Axe 2** → dépasser les frontières et renforcer la cohésion pour un espace européen connecté ;

Ces deux axes fixent 30 objectifs de développement pour le Grand-Est de demain (Annexe 1). Les cinq premiers objectifs s'articulent autour de la notion suivante : « choisir un modèle énergétique durable ». Cette volonté de prendre en main l'avenir énergétique régional de la part des élus est un signal plutôt positif pour les différents acteurs dans le domaine des énergies renouvelables. La figure 10 représente les objectifs chiffrés de ce document à deux temporalités, pour 2030 et 2050 et à deux échelles, régionales et nationales. L'objectif étant de mettre en avant les politiques volontaristes de la région qui fixe des objectifs plus ambitieux que les différentes réglementations nationales. Nous remarquons sur ce graphique, une prévision de la couverture de la consommation électrique par les énergies renouvelables à

hauteur de 100% d'ici 2050 avec notamment une augmentation de près de 60% entre 2030 et 2050.

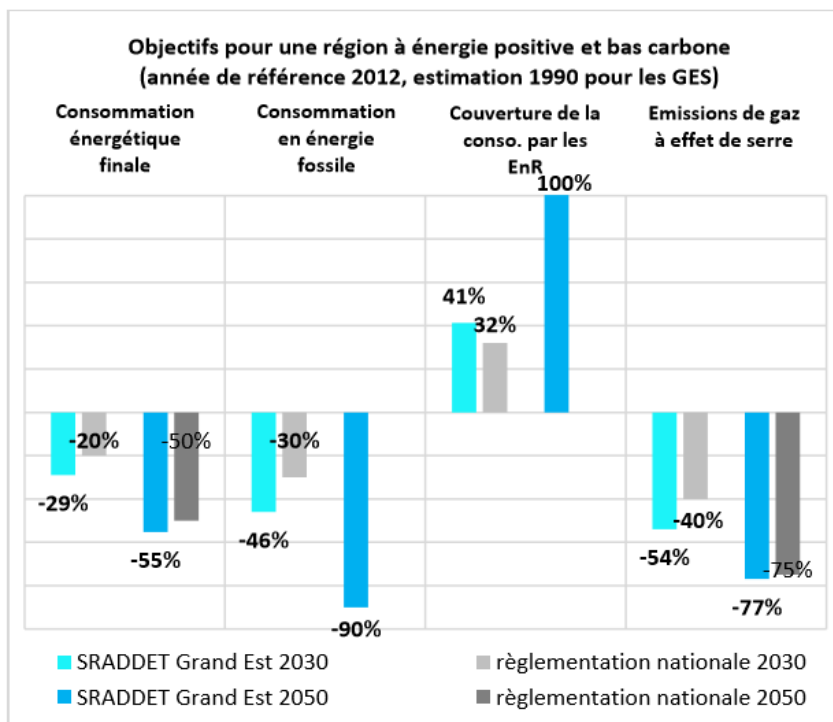


Figure 10 : objectifs chiffrés pour la transition énergétique régional (source SRADDET Grand-Est) ;

Afin d'atteindre ces objectifs à long terme, le SRADDET a fixé deux pallier intermédiaires, l'un en 2021 et l'autre en 2026 (annexe 2). Ces points intermédiaires permettent d'amorcer ces changements importants de manière progressive. Cette figure concerne les trois principaux domaines d'action dans la lutte contre le dérèglement climatique à savoir, la réduction des GES global, la maîtrise de la consommation énergétique et le développement des énergies renouvelables. Concernant le domaine des énergies renouvelable, le quatrième objectif du premier axe s'intitule : « développer les énergies renouvelables pour diversifier le mix énergétique ». Afin de répondre aux engagements, le document prévoit un développement massif des EnR. Pour cela, le tableau récapitulatif de la figure 11 montre la progression de la puissance raccordée des différentes sources de production d'énergies. Certaines formes d'énergies renouvelables vont être amenées à connaître une forte progression dans le futur comme, le biogaz (puissance multipliée par 76), le photovoltaïque (puissance multipliée par 15) ou encore la géothermie (puissance multipliée par 80). Le secteur éolien, déjà présent sur le secteur connaît une hausse modérée (puissance multipliée par 5). Cette hausse plus discrète s'explique par la présence de multiples contraintes aérospatiales (présence de nombreux radars militaires et météorologiques).

Tableau 1 : évolution de la puissance raccordée au réseau par types d'énergies renouvelables

| GWh | 2012 | 2021 | 2026 | 2030 | 2050 | Coefficient multiplicateur 2050/2012 |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|---------|--------------------------------------|
| Hydraulique réelle | 8 550 | 8 552 | 8 810 | 9 016 | 9 800 | 1,1 |
| Biogaz | 356 | 1 544 | 3 612 | 5 267 | 27 184 | 76,4 |
| Biocarburants | 6 826 | 7 726 | 7 767 | 7 800 | 8 000 | 1,2 |
| Bois énergie | 12 482 | 17 137 | 17 822 | 18 370 | 20 730 | 1,7 |
| Chaleur fatale | 626 | 2 310 | 3 666 | 4 750 | 9 500 | 15,2 |
| Solaire thermique | 101 | 181 | 230 | 269 | 726 | 7,2 |
| Photovoltaïque | 396 | 1 081 | 1 853 | 2 470 | 5 892 | 14,9 |
| PAC géo/aquathermiques | 1 351 | 3 298 | 4 010 | 4 580 | 6 500 | 4,8 |
| Eolien | 3 517 | 6 863 | 9 710 | 11 988 | 17 982 | 5,1 |
| TOTAL | 34 205 | 49 107 | 58 215 | 65 501 | 108 564 | 3,2 |

L'objectif numéro 5 reste dans le domaine des politiques volontaristes pour le développement des énergies renouvelables. Ce dernier s'intitule « Optimiser et adapter les réseaux de transport d'énergie ». Cet aspect va de pair avec l'objectif précédent, si une région souhaite développer des énergies renouvelables de manière importante, les postes et infrastructures de raccordement doivent également suivre cette progression.

Présentation de la zone de prospection :

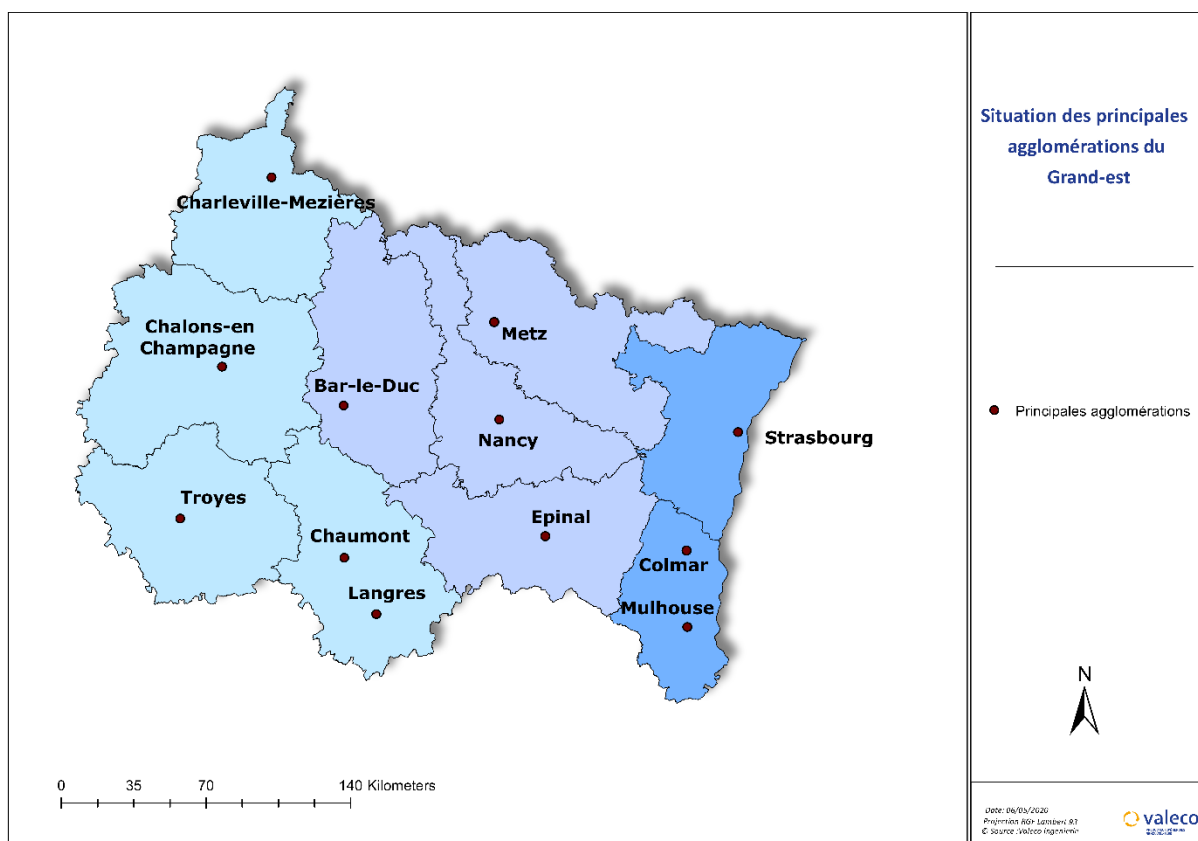


Figure 11 : Présentation des départements de la région Grand-Est

La région Grand-Est (figure 11), quatrième région de France par sa superficie, est une zone dynamique. Avec ses 5,5 millions d'habitants en 2016, le Grand-Est est composé de métropoles à rayonnement national (Metz, Reims, Nancy) mais également international (Strasbourg). Cette région est située au sein du cœur économique européen (dorsale européenne) ce qui offre des opportunités de développement importantes. Le Grand-Est possède une frontière avec 4 pays européens (Belgique, Luxembourg, Allemagne et Suisse), elle est au cœur de plusieurs accords de coopération transfrontalières. Cet aspect transnational, montre un visage d'une région dynamique, ouverte sur l'Europe et possédant des ressources nécessaires à son développement. Toutefois, la région possède une disparité dans le développement avec des régions densément peuplées et avec un niveau de richesse supérieur (Alsace) à celui de zones plus rurales et avec moins de ressources (Haute-Marne ; Meuse). On retrouve une densité urbaine inégale avec une forte densité métropolitaine dans la partie est de la région avec l'Alsace et les métropoles de Nancy, Metz. Le reste de la région est plutôt rural. Ces territoires possèdent en revanche, un trait d'union commun, l'histoire industrielle. Le Grand-Est était l'une des principales régions industrielles de France avec une exploitation importante de charbon et de fer. Le Grand-Est est aujourd'hui une des régions symboles de la désindustrialisation nationale. Nous pouvons citer en exemple la venue pour la campagne présidentielle de février 2012, de François Hollande pour soutenir les usines sidérurgiques de Florange alors menacées de fermeture. Ce secteur reste encore présent dans l'économie et le paysage régional comme symbole d'un héritage ayant permis au Grand-Est de s'affirmer à l'échelle nationale.

Sur le plan environnemental, cette région présente plusieurs réservoirs de biodiversité, comme les 4 zones concernées par la convention RAMSAR²⁰ (Etang de la Champagne Humide, Bassin du Rhin supérieur, étang de la Petite Woëvre, étang du Lindre). Un parc national, créé en 2019, celui des forêts en Champagne et Bourgogne et 6 parcs naturels régionaux (PNR) (Vosges du Nord, Lorraine, Ardennes, montagne de Reims, forêt d'Orient et Ballons des Vosges) couvrent le territoire et préserve sa biodiversité. Cette richesse naturelle est un atout pour la région et doit être systématiquement prise en compte lors de l'élaboration de projets (urbanisme ; énergie ; transport ...).

Sur le plan énergétique, la région possède une consommation supérieure à la moyenne nationale. Cette consommation importante s'explique par l'industrie qui occupe une place plus importante dans la consommation énergétique globale que sur le reste du territoire (29% de la consommation énergétique totale dans le Grand-Est contre 18% en France²¹). Ce qui place le secteur industriel au deuxième rang en termes de consommation énergétique en Grand-Est alors qu'il est troisième au niveau national. Le chauffage résidentiel explique lui aussi cette consommation énergétique importante. Le parc d'habitation comprend de nombreuses anciennes habitations souvent mal isolée ou difficile à chauffer. Dans le domaine de l'énergie, comme vu précédemment, le SRADDET fixe des objectifs vertueux dans la production d'énergies renouvelables. Concernant la puissance photovoltaïque installée, au 31 décembre 2019, elle était de 541 MW, ce qui en fait la sixième région de France. Pourtant, la région possède l'un des niveaux d'ensoleillement les plus faibles du pays. Le constat est assez clair, malgré des niveaux d'ensoleillement plutôt modeste, la région a une réelle volonté de développer ce genre de projet. L'exemple le plus parlant est la présence au sein de la région, de la deuxième centrale photovoltaïque au sol de France en termes de puissance et de surface. Il s'agit de la centrale

²⁰ Convention concernant les zones humides d'importances internationales pour les habitats des oiseaux d'eau.

²¹ Source SRADDET Grand-Est

photovoltaïque Toul-Rosières (figure 12) qui, lors de son inauguration en 2012 était la plus grande d'Europe. Située en Meurthe-et-Moselle, sur la commune de Rosières-en-Haye et s'étend sur près de 367 Ha soit près de 514 terrains de football !



Figure 12 : photographie aérienne de la centrale Toul-Rosières

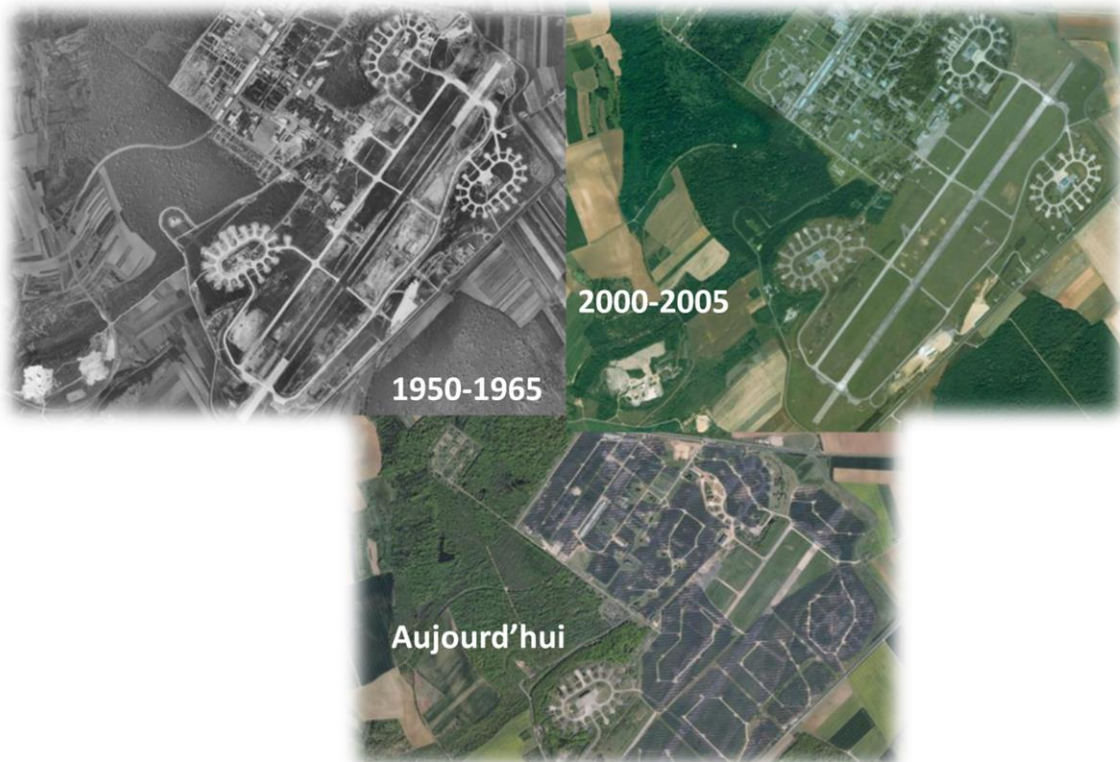


Figure 13 : évolution de l'occupation du sol entre 1950 et aujourd'hui au niveau de l'ancienne base aérienne 136

Sur la figure 13, nous observons trois évolutions dans l'occupation du sol au niveau de l'ancienne base aérienne 136 Toul-Rosières. A gauche, il s'agit de la période 1950-1965 ; à droite 2000-2005 et enfin l'image du bas représente la situation actuelle.

Après avoir présenté la région sur laquelle ce mémoire va se baser, nous allons passer à la deuxième partie de ce mémoire, consacrée à la réponse à la problématique générale, mais également à la présentation des missions effectuées au cours de ce stage.

PARTIE II : La prospection territoire solaire, des méthodes se rapprochant plus de la Géoprospection que de la prospection territoriale classique

Présentation des missions

J'ai effectué mon stage au sein du service développement territorial de Valeco. Sa vocation est de trouver des terrains propices au développement de projets solaires dans un premier temps et dans un second temps, rencontrer les différents acteurs locaux concernés par le projet pour amorcer les premières discussions.

Une des premières missions qui m'a été confiée pour ce stage a été le recensement des SCoT et des PLUi en cours d'élaborations en Bourgogne-Franche-Comté et dans le Grand-Est. J'ai contacté chaque communauté de communes pour connaître le contexte local et éventuellement les projets de documents d'urbanisme commun a été utile pour la suite de mon stage. Au total, 140 communautés de communes ont été contactées. Sur ce total, 58 ont un PLUi opérationnel ou sont en train d'en élaborer un.

Ma deuxième et principale mission a été d'effectuer de la prospection territoriale pour identifier des sites avec un potentiel propice au développement de projets photovoltaïques. Les premiers départements sur lesquels j'ai eu l'occasion de travailler ont été la Meurthe-et-Moselle (54) et la Moselle (57). Cette mission a donc été l'opportunité de mêler prospection et rencontre de terrain avec les différents acteurs concernés. Cette mission de fond a été présente du début à la fin de mon stage et constitue la trame de fond de ce mémoire.

Ma troisième mission a été d'analyser les différents documents d'urbanisme en vigueur au niveau des SCOT, des PCAET et des PLUi des départements de Côte-d'Or, de la Drôme et de Haute-Saône. Cette mission a permis d'identifier des zones acquises et volontaires dans le domaine des énergies renouvelables.

Prospection solaire : quelle méthode ?

Quels terrains rechercher ?

Dans le secteur de la prospection solaire, plusieurs types de terrains sont particulièrement recherchés :

Selon les propriétaires :

Les terrains **communaux** ou **intercommunaux** sont des parcelles où un développement de projet est plutôt facilité. En effet, les communes sont généralement favorables au développement de projets sur leurs parcelles. La principale raison est que les recettes fiscales engendrées par le projet reviennent intégralement à la commune. Cette recette est importante dans le budget de fonctionnement de ces dernières qui sont souvent des petites communes rurales qui font face à une baisse des dotations de l'Etat. En plus des recettes fiscales, le loyer concernant le terrain d'implantation revient également en intégralité à la commune concernée. Ces nombreux avantages économiques facilitent généralement le dialogue, l'acceptation et la mise en place d'un projet en terrain communal. Concernant les Communautés de Communes, ces dernières sont surtout

intéressées par le projet et son contexte, la plupart ayant adopté une démarche de territoire à énergie positive. Les retombées économiques sont également très intéressantes. En effet, l'intercommunalité perçoit différentes cotisations souvent très importantes comme : la CVAE²², la CFE²³, et enfin l'impôt le plus important l'IFER²⁴. Les communes ou intercommunalités à fiscalité additionnelle sont à privilégier puisque ces dernières toucheront plus d'indemnités que les communes à fiscalité propre. Ces dernières sont malheureusement de plus en plus rares.

Les **parcelles privées**, offrent l'avantage d'avoir un interlocuteur privilégié, généralement sensibles aux propositions écologiques et économiques. Il est très rare d'avoir un propriétaire privé possédant un terrain dégradé pour la région Grand-Est (carrière ; friche industrielle...) de superficie suffisante. Une des spécificités de la région Grand-Est est la présence de nombreux grands groupes possédant des parcelles sur des sites dégradés. Ces derniers sont souvent difficilement joignables ou ne sont pas forcément impliqués ou intéressés par des projets de reconversion de leur foncier. Les arguments financiers étant moins efficaces sur ces groupes que sur les propriétaires privés. Les seuls propriétaires privés que j'ai eu l'occasion de rencontrer au cours de mon stage possédaient des parcelles agricoles.

Selon la nature du terrain :

Les terrains agricoles sont des parcelles où il est possible de développer un projet de centrale solaire photovoltaïque au sol. En Grand-Est, certaines zones agricoles sont en difficultés avec des parcelles à faibles rendements. Dans cette situation, mixer le revenu des agriculteurs via l'installation d'une centrale est bien accueilli. Ces derniers voient généralement d'un bon œil les projets photovoltaïques puisque cela vient compléter des revenus souvent fragiles. De plus, les agriculteurs possèdent en général des parcelles relativement vastes pour développer des projets. Au regard du faible ensoleillement dans le quart Nord-Est, pour qu'une centrale solaire en terrain agricole soit rentable, les surfaces nécessaires sont relativement conséquentes (15-20 Ha). Un point est généralement critique pour développer des projets, il s'agit de l'avis de la chambre d'agriculture, qui est une étape obligatoire pour qu'un projet se réalise. Les chambres d'agriculture sont généralement frileuses vis-à-vis de ces projets qui utilisent le foncier agricole de la zone. Cela s'explique par une forte volonté de préservation du foncier agricole suite à des décennies d'étalement urbain empiétant généreusement sur les terres fertiles. Aujourd'hui ce modèle tend à se réduire pour arriver à une plus forte densification des dents creuses intra-urbaine. Dans les missions de prospection un dialogue est alors à opérer entre le monde urbain et agricole pour trouver des solutions concrètes et acceptables pour tous les partis. Dans certains cas, les agriculteurs propriétaires des parcelles sont totalement en accord avec le projet, mais ces derniers se retrouvent bloqués par un avis négatif de la chambre d'agriculture. Il est pourtant aujourd'hui possible de conjuguer activité agricole et une centrale solaire au sol. Par exemple, Valeco pour ses centrales solaires au sol en zone agricole propose de combiner la production PV avec une activité ovine. Cela permet d'assurer une continuité agricole sur la parcelle tout en entretenant la centrale sans avoir recours à un débroussaillage mécanique. Pour que cela ait du sens nous recherchons un berger local avec qui collaborer en amont du projet.

²² CVAE : Cotisation sur la Valeur Ajoutée des Entreprises.

²³ CFE : Cotisation Foncière des Entreprises

²⁴ IFER : Impôt Forfaitaire sur les Entreprises de Réseaux.

Les derniers terrains recherchés sont généralement appelés « **terrains dégradés** » (figure 14). Ils correspondent à des anciennes carrières, mines, aérodromes, sites SEVESO²⁵, installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), BASIAS²⁶, BASOL²⁷ ... Ces sites sont recherchés car en cas de projet, le développeur bénéficie d'un tarif de rachat de son électricité bonifié. En effet, l'Etat par l'intermédiaire de la commission de régulation de l'énergie (CRE) incite les développeurs à s'installer sur des sites dégradés ou pollués pour reconvertir ces 'sols pauvres'. Cette incitation financière favorise l'installation sur des sites dégradés en lieu et place de sites agricoles, naturels ou potentiellement urbanisables (la plupart des PLUi réservent les terrains pour PV en zone AUpv ou AUenr et considèrent le terrain comme surface constructible et urbanisée).



Figure 14 : exemple de terrains dégradés (source Pixabay, banque d'image libre de droits)

Qu'est-ce que la CRE et quel est son rôle ?

La commission de régulation de l'énergie a vu le jour en 2000. A l'origine elle a été créée afin de réguler les marchés de l'électricité et du gaz. Il s'agit d'une autorité administrative indépendante. Elle régule le marché de la production d'électricité dans le domaine du photovoltaïque depuis 2010. Avant ça, le marché n'était pas encadré et les tarifs de rachat de l'Etat étaient trop élevés (30 cts€ du kWh). De nombreuses entreprises se sont donc retrouvées en situation de précarité économique et ont dû renoncer à leurs projets avant de faire complètement faillite. Cet épisode a donné une image d'un secteur peu fiable avec des possibilités où de nombreux projets n'ont pas été aboutis.

Pour remédier à ce problème et réglementer la filière, l'Etat met en place suite à un moratoire de trois des appels d'offre nationaux appelés « **AO CRE** ». Ce moratoire, se tient en décembre 2010 et remet à plat des tarifs de rachat de l'Etat. Depuis 2011, le tarif de rachat est d'environ 12 cts€ du kWh. Depuis 2016, la CRE se réunit tous les 6 mois pour attribuer des tarifs de rachat bonifiés pour une puissance comprise entre 500 et 1 000 MW. Pour répondre à cet appel d'offre un projet peut se présenter selon 3 familles :

²⁵ Directive européenne qui impose aux états membres d'identifier des sites industriels présentant des risques d'accidents majeurs et d'y appliquer des protocoles de sécurité strictes.

²⁶ Base de données des anciens sites industriels et activités de services. Recense les sites ayant eu potentiellement un usage de produits polluants.

²⁷ Base de données qui recense les sites et sols pollués ou potentiellement pollués.

- **Famille 1** → installation photovoltaïque au sol d’une puissance supérieure à 5 MW (centrale d’au moins 5ha). Cette famille correspond aux installations les plus puissantes ;
- **Famille 2** → installation photovoltaïque au sol d’une puissance comprise entre 0,5 et 5 MW ;
- **Famille 3** → installation photovoltaïque sur ombrière (figure 15) dont la puissance comprise entre 0,5 et 10 MW.



Figure 15 : exemple d’ombrière photovoltaïque (Fleury-Mérogis projet Valeco)

La prochaine session de ces appels d’offre devait se tenir entre le 8 juin et le 3 juillet 2020. Avec la situation actuelle un nouveau calendrier a été mis en place, la première session du 3 juillet a été maintenue pour 1/3 du volume appelé prévu. Une seconde session va se tenir le 3 novembre pour les 2/3 restants. La sélection des projets se fait selon plusieurs critères. A chaque période, tous les projets déposés sont classés en fonction d’une note globale. Cette dernière varie en fonction du tarif de rachat de l’électricité, de l’impact carbone des panneaux photovoltaïques et en fonction de la pertinence environnementale (terrain dégradé ou non). Les sessions de la CRE se tiennent deux fois par an, au printemps et à l’automne. Ce contexte contraint le calendrier de travail puisque les entreprises tentent d’avoir le maximum de projets sur le point d’aboutir.

Tableau 2 : critères de notation des projets lors des AO CRE

| Critère de notation des projets | Note maximale | |
|----------------------------------|---------------|-----------|
| | Famille 1 & 2 | Famille 3 |
| Tarif de rachat de l’électricité | 70 | 70 |
| Impact carbone des panneaux | 21 | 30 |
| Pertinence environnementale | 9 | - |

Pour conclure :

- Plus le tarif de rachat est faible, plus la note est élevée, cet aspect à tendance à avantager les groupes ayant une puissance financière importante.
- Plus l'impact carbone des panneaux est faible, plus la note est élevée,
- Dans le cas des familles 1 et 2, les 9 points de la pertinence environnementale sont attribués quand le site est un terrain dégradé.
- Pour finir un projet obtient donc une note sur 100 qui va déterminer sa position dans le classement final.

Ce classement n'est pas à prendre à la légère puisque ce dernier détermine les projets retenus et bénéficiant donc des tarifs de rachat bonifiés. Lors de chaque session la CRE détermine un nombre de mégawatt bénéficiant des tarifs bonifiés. Si cette dernière fixe le seuil de 500 MW la commission va donc prendre les projets ayant obtenus les meilleures notes jusqu'à obtenir le seuil fixé. Le nombre retenu varie donc d'une session à l'autre, en fonction des projets retenus et de la puissance de ces derniers.

Il existe un autre type de contrat pour développer un projet, il s'agit du '*Corporate power purchase agreement*' plus souvent appelé PPA. Il s'agit d'un contrat de vente d'électricité, au prix du marché, que le producteur contracte avec un agrégateur privé. Ce dernier revend ensuite l'électricité soit à des clients (gros consommateur), soit directement à la bourse de l'électricité. Ce type de projet permet donc de se passer des appels d'offre nationaux et devient donc concurrentiel vis-à-vis des autres sources de production d'électricité. Toutefois, ce type de projet doit être viable pour toutes les parties prenantes. Il nécessite donc une surface d'installation plus importante, puisque ce projet ne bénéficie pas des tarifs de rachat bonifiés de la CRE.

Quelles sont les contraintes à prendre en compte pour l'élaboration d'un projet ?

Pour qu'un projet photovoltaïque puisse passer au service développement²⁸, il faut s'assurer qu'un site réponde à différents critères essentiels. Pour cela, plusieurs contraintes sont à prendre en compte.

La contrainte principale est la distance entre le projet et le poste de raccordement public le plus proche. Un projet doit se rattacher à un poste privé de 63 000 volts. C'est un coût fixe très important à prendre en compte pour mesurer l'intérêt d'un site. Pour se raccorder à un poste il faut prévoir un coût d'un peu plus de 100 000 €. A ce chiffre se rajoute un coût d'un peu plus de 100 000 € par kilomètre en zone rurale. Ce coût est légèrement majoré en milieu urbain compte tenu des ouvrages d'art nécessaires. Concernant le raccordement, un second coût est à prendre en compte, il s'agit de la quote part. Elle correspond à une cotisation pour le renforcement du réseau électrique lié au projet concerné. Il s'agit d'un forfait d'une telle somme par MWh propre à chaque département. Toutefois, le service prospection ne prend pas en compte ce coût lors de l'analyse d'un projet, il se contente uniquement des coûts liés à la distance au poste de raccordement le plus proche.

²⁸ (service qui assure la faisabilité du projet, qui met en place le dossier pour la demande de permis de construire)

Ces chiffres montrent une différence de coût assez significative en fonction du milieu traversé. Cela s'explique par la complexité des infrastructures nécessaires en milieu urbain. Les coûts liés au raccordement peuvent très rapidement faire grimper le budget et donc rendre un projet irréalisable. En théorie, en prospection, nous estimons que nous pouvons chercher des terrains donc la surface équivaut à la distance au poste de raccordement (par exemple 10 Ha situé à 10 Km d'un poste). Toutefois, nous essayons de maintenir ce coût en dessous d'un million d'euros à savoir environ 10 Km maximum et ce, même si la surface disponible excède ce chiffre. Il est toutefois possible pour un projet d'une ampleur importante d'avoir une distance légèrement supérieure (12-15 Km). La nature du terrain occupe une place importante dans le choix de la distance maximale tolérée. En effet, pour un projet en terrain dégradé, nous pouvons facilement nous rapprocher des 10 Km et rester rentable grâce aux tarifs de rachat préférentiels. La distance au poste de raccordement se mesure dans un premier temps grâce à Google maps pour se donner une idée du budget à prendre en compte pour ce domaine. Le choix définitif du tracé revient à Enedis qui établit ce dernier peu de temps avant le début des travaux. Cette contrainte dans les départements étudiés est souvent rédhibitoire pour un nombre de sites potentiels assez important. En effet, sur notre zone d'étude (Moselle et Meurthe-et-Moselle), quelques zones se situent loin des postes de raccordement (figure 17). Cela rend ces zones trop coûteuses pour y développer des projets malgré plusieurs terrains intéressants. Un des enjeux du schéma régional de raccordement des énergies renouvelables est d'identifier ces zones pour y installer des nouveaux postes et combler ces manques.

Nous distinguons une disparité entre les zones urbanisées et les zones rurales. Le comble étant que la plupart des énergies renouvelables nécessitent des zones plutôt rurales pour s'y implanter. Nous remarquons donc l'importance de combler ce fossé dans le futur pour encourager les développeurs à s'installer dans les communes les plus rurales de nos territoires. Ces communes isolées accueillent d'un bon œil les projets d'installations renouvelables puisque cela constitue une rentrée d'argent non négligeable dans leur budget. Nous remarquons sur la figure 17 que la Meuse, la Haute-Marne et l'Aube sont des départements assez mal couverts par les postes de raccordement. Ces aspects participent aux différences dans le développement des énergies renouvelables entre les différents territoires. Avec une hausse de la volonté locale de se réapproprier des formes plus douces de production d'électricité, nous pouvons facilement imaginer une pression des collectivités locales pour combler le manque de poste de raccordement sur leur territoire.

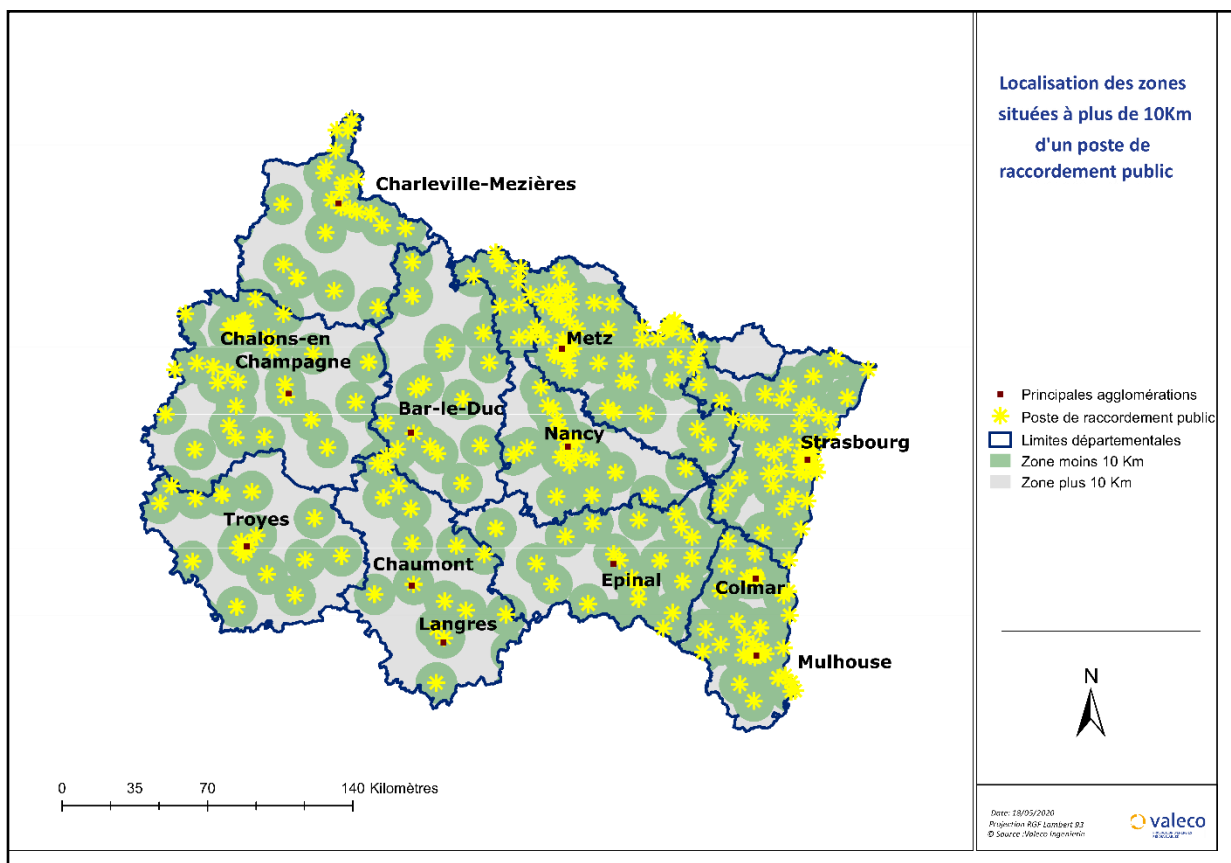


Figure 16 : localisation des zones situées à plus de 10 kilomètres d'un poste de raccordement

Pour donner suite à la réalisation de cette carte (figure 16), j'ai voulu connaître la part du territoire situé à moins de 10 kilomètres d'un poste de raccordement public à l'échelle des départements de la région Grand-Est. Il faut savoir qu'une centrale solaire ne peut se raccorder uniquement à un poste public. Cet aspect de raccordement des projets est géré par Enedis qui déterminera le tracé et le coût définitif d'un projet. Concernant la part des départements situés à moins de 10 Km d'un poste de raccordement public, nous obtenons les résultats exprimés dans le tableau suivant :

Tableau 3 : part des territoires situés à moins de 10 kilomètres d'un poste de raccordement ;

| Département | Pourcentage du territoire situé à moins de 10 Km d'un poste de raccordement public |
|--------------------|--|
| Ardennes | 65,1 % |
| Aube | 62,4% |
| Marne | 70 % |
| Haute-Marne | 58,2% |
| Meuse | 64 ,3% |
| Meurthe-et-Moselle | 76,6% |
| Moselle | 81% |
| Bas-Rhin | 94,5% |
| Haut-Rhin | 92% |
| Vosges | 77,6% |
| Région | 72,8 % |

Nous remarquons sur le tableau précédent, que le territoire étudié est plutôt bien quadrillé par les postes de raccordement même si des disparités importantes existent. L'ancienne région Alsace est une zone très bien couverte sur le plan du raccordement puisqu'en moyenne 93,25% de son territoire se situe à moins de 10 kilomètres d'un poste de raccordement public. A l'inverse, le département le moins bien couvert est la Haute-Marne avec un taux de couverture de 58% du territoire. Ce chiffre est handicapant pour le développement du photovoltaïque sur le secteur puisque d'entrée quasiment 50 % du territoire est totalement inadapté pour y installer des centrales solaires. J'ai réalisé cet indicateur numérique uniquement à l'échelle du Grand-Est, il serait intéressant dans le futur de développer cet indicateur à l'échelle nationale pour avoir des bases de comparaisons fiables et complètes. La région Grand-Est compte aujourd'hui un taux de couverture de 72,8%, ce chiffre semble important et intéressant mais sans base de comparaison, il est difficile de tirer des conclusions solides. Toutefois à l'échelle intrarégionale un des enjeux futurs est d'atteindre une couverture globale du territoire par des postes de raccordement publics pour effacer ces disparités entre les territoires pouvant être source de convoitises et de tensions. Ces disparités collent au profil démographique, politique, économique de la région avec les zones les plus riches, les plus importantes sur le plan démographique et économique possédant des couvertures quasi complètes de leur territoire. A l'inverse, nous retrouvons les zones rurales, agricoles, modestes et en déprise démographique avec les couvertures les plus faibles. Un constat est également clair, l'ancien cœur économique et industriel de la région (Meurthe-et-Moselle ; Moselle) aujourd'hui en déclin possède une couverture relativement importante. Cela peut permettre à ce territoire d'envisager une conversion à toutes ces friches industrielles éthique, environnementale et rentable pour la zone. Malgré ces disparités fortes, le Grand-Est possède de nombreux atouts dans le développement des énergies renouvelables. Il est important de mettre à profit ce réservoir foncier pour la transition énergétique. Pour cela, il est urgent de combler les manques du territoire en matière de poste de raccordement public.

La seconde contrainte à prendre en compte est le niveau d'ensoleillement du terrain concerné. Pour cela, nous consultons le site Solargis qui recense le niveau d'ensoleillement de chaque point sur la planète. Après avoir localisé et sélectionné le terrain, nous renseignons le chiffre 0 dans l'inclinaison du panneau solaire pour avoir l'ensoleillement à l'horizontal. Nous relevons ensuite le chiffre encadré en rouge (figure 17) et correspondant au nombre d'heure annuelle de soleil. Cette donnée est importante puisque nous devons renseigner ce chiffre dans un tableur (outil interne développé par Valeco) qui centralise l'ensemble des caractéristiques d'un projet pour connaître sa rentabilité d'un projet.

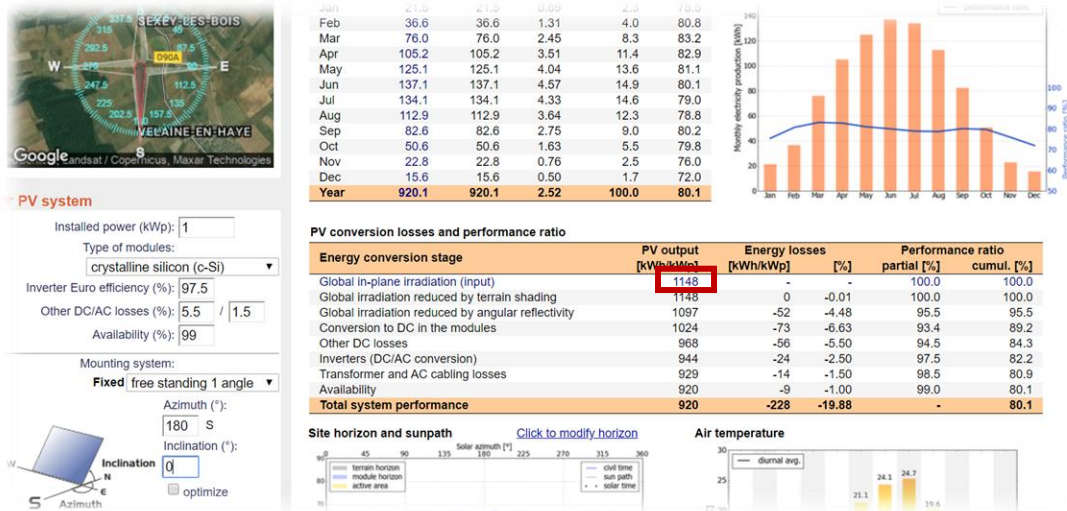


Figure 17 : image issue de Solargis

L'ensoleillement d'une zone détermine la surface nécessaire pour qu'un projet soit rentable. Dans les zones étudiées au cours de ce mémoire et compte tenu de l'ensoleillement nous ne conserverons que les zones de plus de 5 ha en dégradé et 20 ha en pour les projets envisagés sans subventions. Dans les zones plus au sud, les terrains dégradés dès 3 Ha sont très intéressants. Cette disparité oblige le prospecteur une recherche plus minutieuse dans les zones les moins ensoleillées du territoire.

La troisième contrainte à prendre en compte est la surface des terrains. Comme évoqué précédemment, dans les départements étudiés, les surfaces minimales intéressantes pour la prospection sont de 5-6 Ha minimum pour les surfaces dégradées. Cette contrainte est fortement corrélée à la distance de raccordement. Une carrière ou un site dégradé de plus de 10 Ha située à distance raisonnable d'un poste de raccordement (6-8 Km) commence à être vraiment intéressante. Concernant la surface, il en existe deux sortes, la surface foncière correspondant aux parcelles et la surface utile qui elle correspond à la zone utilisable pour y développer une centrale au sol.

Le relief est une contrainte non négligeable. En effet pour qu'une centrale fonctionne correctement, on estime qu'il faut que la pente soit assez régulière et n'excède pas 10%. Des travaux de terrassements sont généralement mis en place sur un site, il est très rare qu'un terrain ne nécessite aucun aménagement de ce genre. Ces travaux nécessaires participent à augmenter le budget d'un projet. Nous regardons l'orientation du terrain, une légère pente orientée sud ou ouest n'est pas une barrière à un projet puisque cela offre une orientation optimale à l'infrastructure. Pour mesurer la pente, Géoportail est un outil utile puisque nous pouvons réaliser des profils du terrain précis.

L'environnement est un aspect à prendre en compte lors de la prospection. Si un terrain est situé dans une zone présentant des intérêts environnementaux importants, alors, le prospecteur tire en général un trait dessus. Toutefois, il existe une certaine hiérarchie entre les contraintes environnementales. Toutes ne sont pas rédhibitoires. Pour tout projet, des études d'impacts environnementales faune, flore et paysagère sont réalisées. Ces études sont réalisées assez tôt dans le processus d'élaboration d'un projet puisqu'elles possèdent le pouvoir de bloquer, modifier, retarder ou même annuler un projet. Une étude de ce genre coûte 20 000€ à l'entreprise. Cette mission est externalisée vers des bureaux d'études spécialisés dans l'environnement locaux. Valeco possède un bureau d'étude spécialisé dans l'environnement, qui est notamment chargé de vérifier

en amont si un aspect environnemental important est présent sur le terrain, auquel cas il pourrait être directement mis de côté. Pour expliquer le tableau suivant, les éléments de faible importance ne sont pas bloquants dans la conduite d'un projet. Au deuxième stade, il faut en tenir compte dans l'implantation envisagée. Pour les contraintes fortes, les projets sont tout simplement annulés en cas de présence sur la zone. Certaines contraintes peuvent s'additionner et donc dans ce cas rendre le projet incertain. L'objectif des énergies renouvelables est d'initier un développement durable. Nuire à l'environnement est donc contre-productif et va à l'encontre des valeurs portées par cette forme de production d'énergie.

| Niveau de contrainte | Type de contrainte |
|-----------------------|--|
| Rédhibitoires | RAMSAR |
| Rédhibitoires | Réserves de biosphère |
| Rédhibitoires | Cœur de parc nationaux |
| Rédhibitoires | Réserve naturelle nationale / régionale |
| Rédhibitoires | Arrêté préfectoral de protection de biotope |
| Rédhibitoires | Réserve de stage et de faune sauvage |
| Rédhibitoires | Éléments de la trame verte identifiée dans les documents d'urbanisme |
| Rédhibitoires | Espace naturel sensible |
| Rédhibitoires | Terrain acquis par le conservatoire des espace naturel / du littoral |
| Rédhibitoires | Zone de mesures compensatoires |
| Zonage à enjeux forts | Corridors écologiques du SRCE |
| Zonage à enjeux forts | Territoire du PNR avec enjeux identifié dans la charte |
| Zonage à enjeux forts | Site Natura 2000 |
| Zonage à enjeux forts | Zones humides |
| Zonage à enjeux forts | ZNIEFF Type 1 |
| Zonage à enjeux forts | Zone tampon des réserves de biosphère |
| Zone à enjeux modérés | Zone d'adhésion de parc national |
| Zone à enjeux modérés | Territoire de PNR hors espaces identifiés dans la charte |
| Zone à enjeux modérés | ZNIEFF de type 2 |
| Zone à enjeux modérés | Réservoirs de biodiversité (annexé au SRCE) |

Encadré 2 : prise en compte des espaces protégés dans la méthode de prospection

Après l'environnement, l'urbanisme est un point essentiel pour la faisabilité d'un projet. Cette contrainte est liée au document d'urbanisme en vigueur sur la zone. Pour que le permis de construire soit accordé, le règlement de la zone concernée doit explicitement autoriser les centrales photovoltaïques. Dans le cas où « les équipements d'intérêt collectif » sont autorisés, nous savons que le projet pourra se faire sans problèmes. Il faut toutefois faire une déclaration de projet auprès de l'autorité compétente en matière d'urbanisme sur la zone (commune ; intercommunalité) pour que la mention photovoltaïque soit ajoutée au document. Pour les documents d'urbanisme récents, les zonages sont plus facilement ouverts aux énergies renouvelables. Les documents anciens ne prennent que rarement en compte les EnR dans leurs différents règlements. Les trois zones où il est possible de s'implanter sont les zones agricole (A), naturelle (N) et à urbaniser (AU) et urbaine (U). Si un zonage est incompatible il est alors possible de demander une modification à l'autorité

en charge de l'urbanisme. Quand il s'agit de commune, la tâche est relativement aisée puisque ces dernières ont tout intérêt à voir un projet se concrétiser sur leur territoire. Quand il s'agit de communauté de communes, cette tâche est plus longue et complexe. L'urbanisme est donc un point important à prendre rapidement en compte afin de ne pas retarder ou ne pas empêcher un projet de voir le jour. Le développement de projet dans le domaine des énergies renouvelables dépend fortement des sensibilités environnementales des autorités locales. Il arrive que certains projets ne voient pas le jour parce qu'ils n'intéressent pas les élus locaux. En général, les projets solaires sont mieux acceptés sur le territoire que ceux comprenant l'installation d'éolienne. Le domaine des énergies renouvelables est très clivant et souvent source de tension sur le territoire. Il n'existe pas beaucoup de personne neutre face à ces projets, soit les personnes sont totalement pour et convaincues de l'urgence d'enclencher la transition énergétique nécessaire à la sortie progressive du nucléaire. Soit les personnes sont opposées à ce genre de projet lorsque ces derniers sont proches de leurs lieux de vie (effet *Not In My Back Yard*).

Le dernier point à prendre en compte lors de la prospection, est la prise en compte des risques naturels et technologiques présents sur ou à proximité de la zone concernée. Pour cela, nous disposons de données cartographiques de qualité permettant de visualiser les risques naturels majeurs qui empêchent un projet de voir le jour :

- Les zones inondables (PPRI et secteurs concernés par l'Atlas des Zones Inondables) ;
- Les zones sismiques ;
- Les zones concernées par les glissements de terrain.

Nous recensons également les risques technologiques présents sur la zone ou à proximité immédiate grâce au site Géorisques²⁹ qui recense l'ensemble des risques présents sur la commune. En effet, il est nécessaire de savoir si un terrain envisagé est pollué (SEVESO, BASIAS, recensé BASOL, PRT). Il permet également de consulter les arrêtés préfectoraux en vigueur sur les sites potentiels. Prenons l'exemple d'une carrière intéressante pour y développer un projet, l'arrêté préfectoral va permettre de connaître la durée d'exploitation autorisée. Si cette durée est encore importante (au-delà de 2025) alors nous laissons ce projet en attente.

Nous remarquons que plusieurs contraintes sont à prendre en compte lors de la prospection de sites. Ces contraintes peuvent dans certains cas s'avérer rédhibitoires. Il est toutefois possible d'envisager un projet sur un site soumis à des contraintes. Dans ce cas une adaptation spécifique peut être mise en place pour en atténuer ses conséquences. Le tableau suivant est utile lors de la prospection d'un site pour remplir le nombre de contraintes auxquelles ce dernier est soumis. De plus il permet d'identifier rapidement l'ensemble des contraintes à prendre en compte lors de la prospection.

²⁹ <http://www.georisques.gouv.fr/>

Tableau 4 : présentation des différentes contraintes

| Contraintes | Très favorable | Favorable | Défavorable |
|-----------------------------------|--|--|---|
| Distance au poste de raccordement | 5 Km | 5 – 10 Km | Plus de 10 Km |
| Niveau d'ensoleillement | Nb d'heures / an | Nb d'heures / an | Nb d'heures / an |
| Relief | < 10 % de pente / Orientation Sud / Ouest | x | Pente supérieure à 10% / Orientation Nord |
| Contraintes environnementales | Aucune contrainte | PNR | RAMSAR ; réserve intégrale / réserve de biosphère ... |
| Surface | 15 Ha et + | 5 – 15 Ha | < 5 Ha |
| Urbanisme en vigueur sur la zone | PLU ou PLUi en zones A ; N ; U ; AU autorisant explicitement les installations de production d'EnR | PLU / PLUi zones A ; N ; U ; AU autorisant les équipements d'intérêts collectifs (demande de modification de règlement nécessaire) | PLU / PLUi interdisant l'implantation de centrales solaires au sol sur la zone concernée ; Les communes soumises au RNU ; |
| Risques naturels / technologiques | Aucun risque | Certains sites SEVESO permettent l'installation de centrales en sites pollués | Zone rouge PPRI ; Glissement de terrain ou zone sismique Si arrêté de risque technologique interdit formellement l'implantation de centrales solaires ; |

Un point n'a pas été abordé dans les contraintes à prendre en compte précédemment. Il s'agit du contexte local. En effet, le développement des énergies renouvelables est un sujet clivant. De nombreux conflits locaux émergent lors des réunions publiques autour d'un projet. L'énergie éolienne est devenue le symbole des conflits liés aux développements de projets. Il existe quasiment une association anti-éolienne pour chaque projet sur le territoire. Ces conflits tendent les relations locales et entraînent dans certains cas une annulation pure et simple du projet. Selon Diana Gueorguieva-Faye, la campagne est un espace très sollicité dans l'usage du sol ce qui entraîne de nombreux conflits de toutes natures. L'éolienne est aujourd'hui source de conflits liés à la proximité géographique (les individus acceptent difficilement de vivre proche des éoliennes). Les sociologues évoquent le fait de créer des associations d'acteurs locaux regroupant toutes les visions du territoire pour organiser une proximité « partagée ». Pour eux, cette méthode pourrait éviter ce genre de conflits liés à l'utilisation du sol. Il est toutefois quasiment impossible d'organiser cette proximité partagée avec des acteurs ayant des visions totalement opposées de l'avenir du territoire. En prospection il est donc important de tenir compte du contexte local afin d'adapter son discours

en fonction des cas. Le solaire bénéficie d'une meilleure acceptation locale, il est très rare d'observer des conflits comparables à l'éolien autour du solaire.

Comment mesurer la faisabilité d'un projet photovoltaïque ?

Toutes les contraintes évoquées précédemment font partie du processus nécessaire pour déterminer la faisabilité d'un projet. L'entreprise Valeco possède un outil informatique qui permet de connaître la rentabilité d'un projet. Il s'agit d'un fichier Excel fonctionnant grâce à des macros. Ce dernier permet de savoir si le taux de retour sur investissement d'un projet est rentable et quel prix de rachat de l'électricité, l'entreprise peut-elle se permettre de proposer pour ce projet.

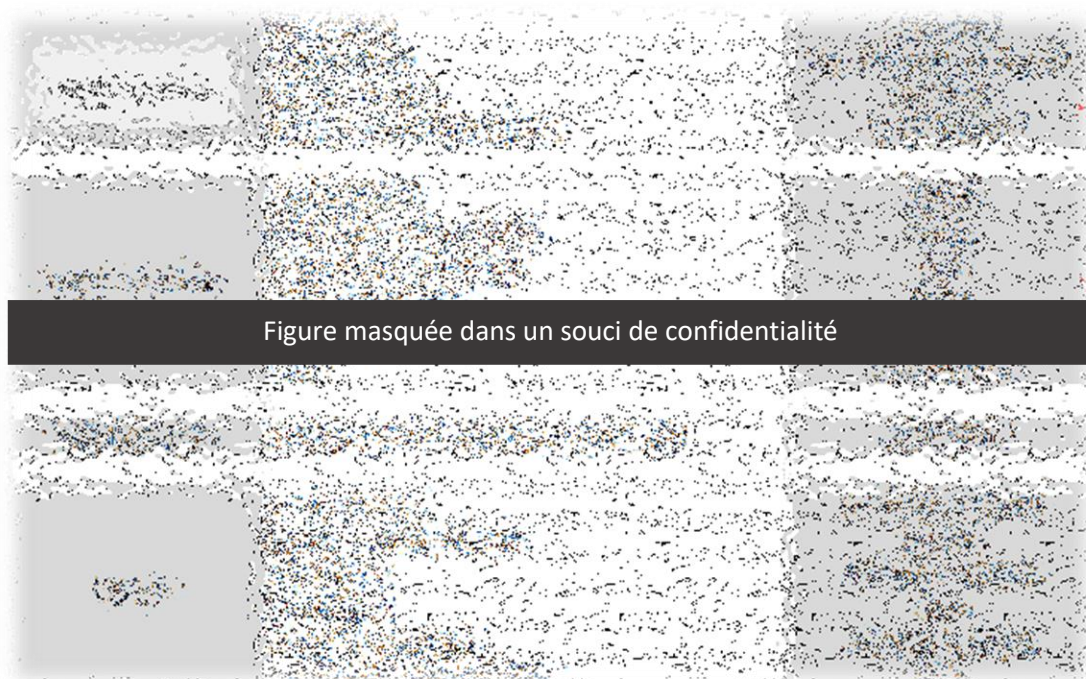


Figure 18 : Exemple d'utilisation de l'outil PVrent

La figure 18 est un aperçu des informations nécessaires à remplir pour connaître la faisabilité d'un projet. Nous retrouvons les principales contraintes évoquées précédemment à savoir :

- La surface clôturée (surface utile envisagée pour l'implantation du projet) ;
- Le GHI (*global horizontal irradiation*) qui correspond au niveau d'ensoleillement de la zone ;
- Bonification tarif AO CRE → concerne les terrains dégradés ;
- Loyer, correspond à la somme annuelle par hectare versée au propriétaire foncier, pouvant varier entre 1500 et 5000 € selon les projets ;
- La distance au poste de raccordement dont le coût est calculé suivant cette formule : $105\ 000 + 110\ 000 \times (\text{nb de km en zone rurale}) + 125\ 000 \times (\text{nb km en zone urbaine})$;
- Terrassement selon trois scénarios (Favorable / Standard / Défavorable) selon la pente du terrain ;
- Surface à défricher si des massifs forestiers sont présents sur la zone et contraignent le projet ;

- Suivi environnemental correspond à la présence éventuelle d'une ou plusieurs contraintes environnementales sur la zone ;
- Scénarios d'ombrage si le projet risque à une période de la journée de se retrouver à l'ombre d'un relief.

Après avoir remplis les cases précédentes et grâce aux macros nous obtenons les résultats suivants (figure 19).



Figure 19 : résultats de l'outil PVrent

Ces résultats sont fondamentaux pour la prospection. Il nous apporte différentes informations clés :

- Le GHI et le P50 sont des indicateurs liés à l'ensoleillement de la zone ;
- La densité de puissance correspond à la puissance produite par hectare du projet ;
- La puissance PV correspond à la puissance totale de l'installation ;
- TRI : est un outil d'aide à la décision, qui permet à l'entreprise de prendre la décision de s'engager financièrement ou non sur un projet. Ce dernier est généralement compris entre 2 et 8 %. L'entreprise Valeco fixe le seuil de 5%. En dessous de ce seuil, le projet est jugé risqué financièrement et ne voit donc pas le jour. Nous pouvons traduire ces chiffres comme une rentabilité annuelle d'un projet. Par exemple, un projet solaire doté d'un TRI de 5% signifie que ce dernier va rapporter 5% par an à l'entreprise. Ces chiffres sont comparables avec les taux d'intérêts qu'opèrent les banques lors de prêts.
- LCOE qui correspond au tarif de rachat d'électricité que l'entreprise peut se permettre de proposer à l'autorité en charge du raccordement.

Cet outil présente de nombreux avantages pour la prospection, il nous permet de voir rapidement si un projet présente un intérêt ou non. Cet outil représente donc un gain de temps considérable. Il est en développement et plusieurs pistes d'améliorations ont été évoquées avec les personnes en charge de l'outil. Une amélioration clé est à mettre en œuvre, l'outil est très sensible à l'ensoleillement. Les projets situés au nord du territoire sont donc légèrement sous-estimés. L'outil estime qu'un projet est rentable à partir de 4% de TRI. En dessous de ce seuil, un projet peut voir le jour mais il sera plus coûteux et moins rentable que les autres.

Quel est le calendrier type d'un projet (figure 20) ?

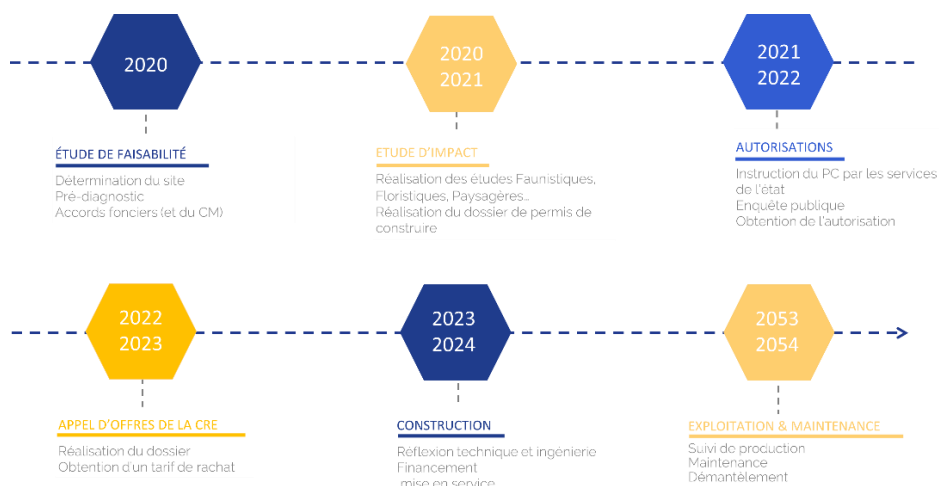


Figure 20 : calendrier de réalisation d'un projet solaire (source Valeco) :

En moyenne, un projet met entre 3 et 5 ans à voir le jour entre la première prise de contact avec les élus et sa mise en service. Durant ce laps de temps, le service prospection assure la prise de contact, la présentation du projet et si tout se passe bien met en place l'accord foncier. Cela consiste à signer une promesse de bail qui engage le propriétaire de la parcelle pour une durée moyenne de 5 ans à céder l'usage de sa parcelle à l'entreprise Valeco. Durant cette période, l'entreprise s'engage à ce que la centrale soit opérationnelle avant son expiration. Pour les cas épineux, la durée peut monter jusqu'à 7 ans. Pour donner suite à l'accord foncier le service développement coordonne et met en places les études préalables nécessaires et crée le dossier de permis de construire. Pour certains projets en zone agricole notamment, le service présente et défend le projet devant différentes commissions (CDEPENAF, Chambre d'agriculture). À la suite de ces étapes, le projet est prêt à être présenté aux sessions d'appel d'offre de la CRE. Cet enchaînement d'étapes depuis la prise de contact prend en moyenne entre 2 et 3 ans. Ce délai s'explique par les études préalables qui se tiennent au printemps et par l'instruction du permis de construire qui dure en moyenne 6 mois. À la suite de ces étapes, les travaux de construction peuvent commencer.

La géoprospection, définition et présentation de ce contexte novateur dans le domaine de l'aménagement du territoire

Introduction et définition

Une définition soumise par Françoise Gourmelon en 2012 propose de considérer la géoprospection comme « un ensemble de pratiques visant à anticiper à moyen et/ou long terme les devenirs des espaces, soit en explorant leurs futurs plausibles, soit en simulant les évolutions les conduisant à une situation considérée comme possible à un horizon donné, dans le but d'éclairer les décisions d'aménagement et de gestion des territoires. Sa spécificité repose sur l'intégration de la dimension spatiale aux différents stades du processus prospectif et plus précisément, sur la compréhension et la prise en compte des dynamiques et interactions spatiales, et sur la spatialisation des scénarios prospectifs ». D'après la littérature étudiée, la géoprospection possède plusieurs utilités qui entraînent plusieurs méthodes et approches (spatiales ; temporelle ; modélisatrice ; décisionnelle et pédagogique).

La dimension spatiale est centrale autour de cette notion. En effet, la géoprospection se base essentiellement sur la dimension géographique d'un territoire particulier. Vient ensuite la seconde approche essentielle, il s'agit de la dimension temporelle. La géoprospection s'intéresse au devenir d'un territoire en prenant en compte son passé, sa situation présente et enfin propose un scénario sur son avenir. Ces deux notions (spatiale et temporelle) sont donc centrales dans la décision et l'aménagement du territoire. La géoprospection intègre dans la plupart des cas, une dimension modélisatrice. Cette dernière correspond à représenter un ou plusieurs phénomènes et ses impacts sur un territoire. Cette modélisation peut concerner beaucoup de domaines différents (évolution de l'occupation du sol ; grignotage des terres agricoles par l'urbanisation ; assèchement des zones humides pour devenir agricoles). Le processus de décision n'est jamais très loin de la géoprospection.

Michel Etienne définit la géoprospection comme située à la croisée des modèles spatiaux, de scénarios spatialisés et des concertations sur l'avenir d'un territoire. Elle est également au cœur de l'interaction entre les chercheurs et les et les acteurs du développement du territoire. Selon lui, un des enjeux principaux de la géoprospection réside dans l'identification des enjeux d'un territoire. Pour cela différentes méthodes sont généralement utilisées (Jeux de rôles, ateliers de concertation, entretiens...). L'objectif principal est la spatialisation des discours au moyen de représentations spatiales. Cela permet de localiser les lieux de tensions, les attentes ou encore les lieux avec une valeur importante. Pour cet auteur, la modélisation d'accompagnement est intrinsèquement liée à la géoprospection. Cette dernière résulte donc dans le fait de rendre visible des points de vue hétérogènes et les mettre en débat. Ces modèles ont donc plusieurs objectifs qui sont de discuter autour des trajectoires (passées et futures) des territoires.

Suite à ce point bibliographique nous remarquons des points communs entre les différentes définitions proposées. Ce concept est novateur dans le domaine de la géographie puisqu'il se base sur la modélisation d'un phénomène sur un territoire donné. Pour cela, il est nécessaire d'avoir des supports informatiques de qualité pouvant effectuer les différentes manipulations souvent lourdes et nécessitant une puissance en conséquence. Nous sommes donc au début de ce concept qui ne peut être amené qu'à se généraliser ou à s'appliquer sur des territoires plus vastes. Les notions centrales de la géoprospection sont : le territoire, le temps, l'occupation du sol et la décision.

Tableau 5 : résumé des différents concepts liés à la géoprospection dans la littérature étudiée

| Auteurs | Approche temporelle | Approche spatiale | Approche modélisation | Approche décisionnelle | Approche pédagogique | Prise de recul sur l'avenir des territoires concernés |
|---|---------------------|-------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|---|
| Françoise Gourmelon | x | x | x | x | | x |
| Clément Dodane ; Thierry Joliveau ; Anne Rivière Honegger | x | x | x | x | x | x |
| Michel Etienne | x | x | x | x | x | x |
| Christine Voiron | x | x | x | | | x |
| Karine Emsellem ; Sophie Lizard ; Floriane Scarella | x | x | x | x | | x |

La modélisation, élément clé de la méthode de géoprospection

Christine Voiron propose de considérer la géoprospection selon trois objectifs fondamentaux. Elle permet de simuler des changements futurs à échelle globale (effets du changement climatique). Cette géoprospection permet également de mettre en évidence, la sensibilité des territoires aux changements ou perturbations, et leurs capacités d'adaptations à ces dynamiques. Enfin toujours selon l'auteur la géoprospection participe à la construction de territoires durables en prenant en compte différents niveaux d'échelles et en mettant en relation des espaces proches et lointains.

Dans un article, Karine Emsellem, Sophie Lizard et Floriane Scarella considèrent que la géoprospection est dans le même champ d'action que la prospective puisque les deux visent à anticiper des évolutions du territoire. Pour elles, la principale différence réside dans le fait que la géoprospection adopte l'approche spatiale au sens fort du terme dans sa méthodologie. « Son objectif est d'anticiper l'évolution d'un système spatial en analysant sa capacité à réagir au changement, à s'adapter, à résister, à céder, résister et changer le cours des processus spatiaux. Elle se base donc sur les propriétés et les qualités de l'espace. Ces dernières sont liées aux régularités des structures ou à des dynamiques spatiales qui vont lui permettre d'agir face à des perturbations internes ou externes. Ces éléments mettent en évidence les zones de fracture, les zones les plus sensibles ou celles constituant un enjeu pour le devenir spatial du système. L'espace géographique n'est donc pas uniquement un support de localisation mais il agit comme une contrainte et un élément explicatif de la transformation des territoires. L'espace est donc considéré comme un agent du devenir des territoires ». Cette définition réunit les principaux concepts évoqués jusqu'ici (spatial, temporel, décisionnel, modélisation). Cet article appuie sur l'importance de l'espace géographique dans la méthodologie.

La géoprospection peut s'utiliser dans différents contextes qui vont être présentés dans ce paragraphe. Dans l'aménagement du territoire, la géoprospection peut permettre de mesurer l'impact éventuel d'une infrastructure ou d'un aménagement sur l'environnement, sur le réseau routier, sur sa fréquentation... Il est possible par exemple de simuler plusieurs scénarios d'étalement urbain et d'identifier leurs différents impacts sur le territoire. Cette modélisation permet de construire les différents scénarios avec les acteurs locaux. Les résultats obtenus permettent d'ouvrir le débat sur les différentes solutions possibles. Les scénarios proposés suivent en général cet ordre, un scénario sous-estimé, un second assez raisonnable ou réaliste et enfin le dernier surestimé ou exagéré. L'article de Clément Dodane, Thierry Joliveau et Anne Rivière Honegger s'intéresse à l'étalement urbain rapide qui entraîne une artificialisation des sols et donc des soucis d'infiltration et d'inondation.

L'objectif de ce travail a été de réunir les différents acteurs autour de ce projet pour former une vision commune pour l'avenir du bassin versant dans ses politiques d'aménagement du territoire. Un des objectifs de la géoprospection est d'anticiper l'occupation du sol des territoires pour en simuler les impacts. La projection dans le temps et la discussion sont deux principes fondamentaux de cette approche. Cette dernière peut également être utilisée dans la projection de changements climatiques brutaux afin de mesurer la capacité de résistance ou d'adaptation du territoire.

Prospection territoriale solaire et géoprospection : quels sont les points communs ?

Dans cette partie nous allons identifier les points communs entre les méthodes de prospection solaire et de géoprospection. Lorsque nous prospectons dans le domaine solaire, nous reprenons plusieurs méthodes communes avec la géoprospection.

Lors de nos missions, le **territoire** est une notion centrale. La dimension spatiale est nécessaire puisque nous cherchons à intégrer le projet à son territoire environnant. L'espace géographique est donc la base de nos prospections puisque nous procédons par photo-interprétation d'images satellites. Le territoire est donc la première approche utilisée lors de nos méthodes de prospection. Pour repérer les différents sites potentiels, nous utilisons des données géoréférencées sur ArcGIS qui recensent par exemple les sites pollués ou les anciennes carrières. Nous adaptons également chaque projet en fonction des contraintes territoriales propres à chaque site. Toutefois le territoire ne se résume pas à une simple entité spatiale, ce dernier est vécu par ses habitants. Cet aspect entraîne généralement des tensions puisque chaque individu vit le territoire à sa manière et les visions sur l'avenir de ce dernier sont souvent différentes. Le territoire est chargé d'une valeur symbolique dans les esprits des personnes l'habitant. Les projets éoliens notamment entraîne dans les esprits une dégradation de ce symbole ce qui explique en partie les velléités des associations locales face à ces projets. Le territoire est également porteur d'espoir de rêve pour les populations. Le territoire est donc un objet complexe à appréhender pour adapter un projet à son contexte. Néanmoins, cela rend le travail de prospection intéressant puisque chaque projet est différent et nécessite une adaptation spécifique.



Figure 21 : exemple de sites dégradés repérés grâce à la prospection territoriale commune de SE (57)

L'occupation du sol est un élément clé dans la prospection territoriale. Il s'agit du premier critère retenu et analysé lors de la recherche de site. Grâce aux photographies aériennes il est relativement aisé de distinguer les différents types d'occupations du sol (figure 21). Nous nous intéressons uniquement au terrain non urbanisé et non bâti pour l'installation de centrale solaire au sol. Comme vu dans les parties précédentes, la nature du site d'implantation est importante puisque cela détermine en grande partie la possibilité éventuelle d'obtenir des tarifs de rachats subventionnés. Les occupations du sol privilégiées sont : les friches industrielles, les carrières, les anciens aérodromes, les sites pollués, les friches agricoles, les terrains agricoles ou encore les zones considérées comme à urbaniser.

Le **temps** est une notion fondamentale dans notre travail. Cette notion est centrale pour plusieurs raisons. Tout d'abord, les projets dans le domaine des énergies renouvelables sont des entreprises d'envergure qui s'inscrivent dans le temps long. Pour développer un projet de centrale photovoltaïque au sol, il faut compter sur un délai compris entre 3 et 7 ans selon les contraintes présentes sur la zone. Une fois la centrale opérationnelle, la durée de vie de cette dernière est d'environ 40 ans. Au-delà de cette durée, les modules solaires (panneau) nécessitent un remplacement puisqu'ils perdent en efficacité avec le temps. On estime que l'efficacité des panneaux décroît dès le premier jour de mise en service. Nous assurons toutefois une efficacité de 80% de rendement à 25 ans. Cette décroissance suit une courbe quasiment linéaire au cours du temps. Pour certains projets, il est judicieux de remplacer les panneaux au bout de 20 ans de service. Cette opération est coûteuse à mettre en place et des réflexions sont donc généralement menées autour d'un maintien des panneaux existant ne créant ainsi aucun nouveau coût ou de faire remplacer les modules qui entraîne un surcoût important. Si le bail d'exploitation n'est pas reconduit, un projet court sur une cinquantaine d'années (phases de développement, construction, exploitation et démantèlement comprises). La notion de temps prend donc tout son sens. La deuxième approche concerne la recherche de sites. Nous allons avoir tendance à privilégier les espaces en friches depuis plusieurs années car les projets y ont tendance à être mieux acceptés. De plus, ces espaces sont pour la plupart difficilement reconvertibles ce qui offre une bonne solution aux élus locaux. Pour réussir cette mission, nous consultons les arrêtés préfectoraux pour connaître la date de fin d'exploitation des différents sites pollués envisagés. Cette approche permet également d'identifier certains sites dont la fin d'exploitation est proche pour y envisager une reconversion rapide. Pour certains sites sans arrêtés préfectoraux, nous utilisons l'outil remonter le temps de Géoportail. Cet outil est également très utile pour communiquer avec les propriétaires ou les élus locaux pour rendre compte de la pertinence d'une reconversion durable de ces sites.

La **décision** est une approche régulièrement utilisée lors de la prospection. Cette approche est surtout mise en place pour des projets appartenant à des collectivités publiques (communales ; intercommunales ...). Pour ce genre de projet, nous proposons des solutions sur mesures adaptées au terrain et également aux différentes visions du territoire des différents acteurs. Le processus de décision autour d'un projet photovoltaïque est en général plus consensuel et moins complexe que pour les projets éoliens. La plupart de nos projets se situent en zone rurale et nous y observons une réelle volonté de réapproprier les formes de production d'énergie et des ressources locales (Caroline MAZAUD et Geneviève PIERRE). Pour la plupart des projets, les acteurs locaux sont consultés pour pouvoir concevoir un projet de territoire cohérent. Il est toutefois possible de les impliquer encore d'avantage dans le projet en optant pour des partenariats public/privé. Cela peut prendre différentes formes comme : le financement participatif ouvert aux citoyens, aux collectivités ou simplement de faire porter le projet par des collectivités locales dans ce cas, Valeco prend en charge la partie technique, l'exploitation ou encore la maintenance du site.

L'approche **pédagogique** est également étroitement liée à la décision. En effet, chaque projet est adapté au contexte territorial et à la vision locale des élus. Cette démarche de co-construction participe à une approche pédagogique des projets solaires. La pédagogie est clé dans la prospection territoriale c'est pourquoi nous construisons les projets sur le terrain avec les acteurs locaux. Dans la plupart des cas nous présentons les contraintes liées à ce projet (environnement, urbanisme, patrimoine...), les retombées économiques et les propositions techniques du projet. Nous échangeons ensuite sur la vision des acteurs vis-à-vis de ce projet pour connaître leurs différentes positions. Cette étape permet d'adapter les mesures compensatoires (mesures agricoles, aménagements spécifiques) à une vision partagée. Une démarche pédagogique est également possible une fois la centrale installée et mise en service. Pour certains projets il est possible de mettre en place des circuits pédagogiques adaptés au grand public sous forme de panneaux. Valeco organise également des visites sur ses centrales pour les écoles notamment. L'approche pédagogique est nécessaire pour sensibiliser les individus aux projets dans le renouvelable. Cette méthode relativement novatrice permet une meilleure acceptation locale des projets étant donné qu'ils correspondent aux attentes et aux réalités du territoire.

Enfin, la partie **prise de recul** sur un territoire est également une partie importante de nos missions. Un projet modifie en profondeur le fonctionnement local d'un territoire. Une réflexion approfondie est donc généralement menée en collaboration avec les parties prenantes concernées afin de proposer un projet cohérent. Il est important de tenir compte de l'ensemble des composantes locales pour ne pas engendrer des conséquences négatives. La prise de recul sur un projet concerne également l'entreprise. Cette partie prise de recul concerne la rentabilité des projets. En effet, l'entreprise étant en pleine expansion uniquement présente sur le secteur du renouvelable et finançant les infrastructures, il est nécessaire que les projets soient rentables. Pour mesurer la rentabilité et la viabilité des projets nous utilisons l'outil PVrent (outil développé en interne). La prise de recul du point de vue de Valeco réside dans le fait de s'engager ou non dans un projet.

Nous remarquons qu'il y a de nombreux points communs entre les méthodes de prospection territoriale et la géoprospection. Les différentes approches adoptées rapprochent les méthodes utilisées de la géoprospection ce qui en fait une méthode novatrice dans le domaine de l'énergie. Cette démarche est fréquemment utilisée dans le domaine de l'aménagement du territoire. En revanche, dans le domaine de l'énergie cette méthode reste relativement innovante et permet au secteur de la prospection territoriale d'adopter une nouvelle approche.

Partie III : résultats et discussion

Exemple de recherche de sites potentiels dans les régions du Grand-Est et de Bourgogne-Franche-Comté

Dans cette partie, je vais expliquer la démarche de prospection territoriale au travers d'un exemple concret concernant un site repéré lors de mon stage.

Pour présenter le contexte territorial, la zone se situe sur la commune de Porcelette en Moselle. Cette commune est située à proximité de la frontière Allemande (figure 22). Les principales agglomérations sont Sarreguemines (45Km) ; Metz (45Km) ; Thionville (60Km) ou encore Nancy (80Km). Nous sommes au cœur de l'ancien cœur industriel et sidérurgique du Grand-Est aujourd'hui en crise et laissant encore de nombreux stigmates visibles. De nombreux terrains ou friches industrielles sont aujourd'hui à l'abandon ce qui constitue un potentiel pour des centrales photovoltaïques intéressantes. Le terrain concerné appartient à la communauté d'agglomération de Saint-Avold Synergie.

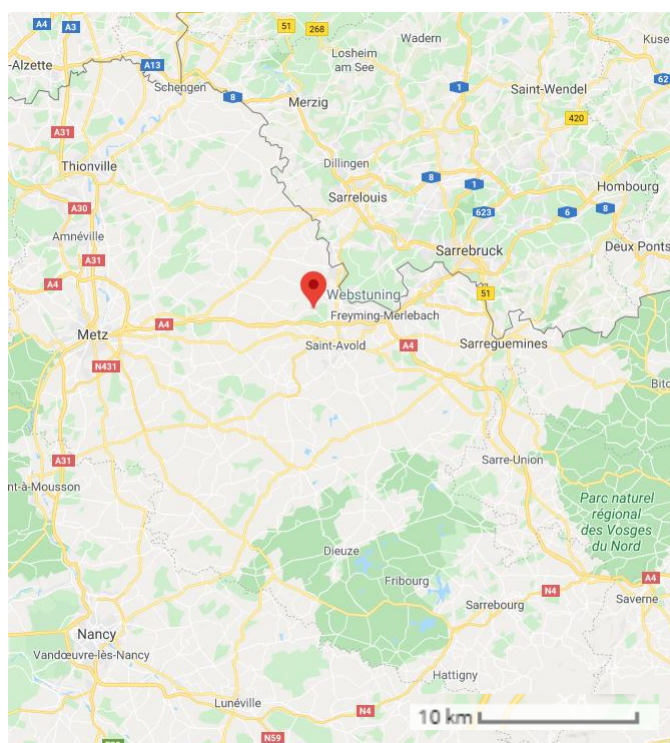


Figure 22 : localisation Porcelette (source Google Maps) ;

Le terrain correspond à un ancien bassin de décantation à charbon situé au nord-est de la commune de Porcelette. Ce terrain dégradé est laissé à l'abandon depuis plusieurs dizaines d'années (figure 23) c'est pourquoi ce site présente plusieurs points très intéressants. Ce site est recensé au sein de la base de données BASIAS. La figure 23 présente l'évolution de l'occupation du sol sur le site. Nous remarquons qu'il est exploité depuis les années 50 mais est laissé « à l'abandon » depuis une dizaine d'années. Ce site est situé à l'écart du cœur urbain de la commune. Ce critère est une bonne chose puisque cela permet d'éviter les conflits liés au voisinage et à la co-visibilité du projet. Le fait d'être à l'écart de toutes zones urbanisées n'est pas forcément que bénéfique, les enjeux environnementaux y sont généralement plus importants et peuvent donc être un sujet bloquant sur la zone.

Le foncier appartenant à la communauté de communes sur ce site représente 52 Ha ce qui est considérable pour un site dégradé. Nous pouvons dégager une surface utile d'environ 52 Ha puisqu'à première vue, le site ne présente aucune contrainte rédhibitoire (forte pente, zone humide ...) pouvant restreindre son usage.

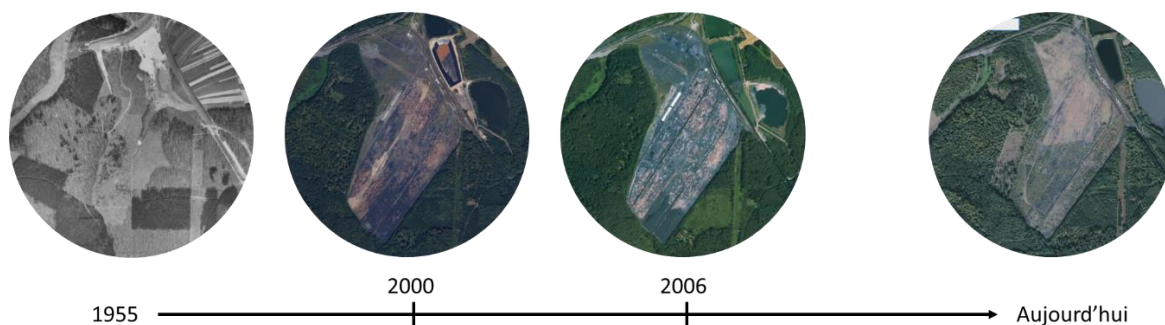


Figure 23 : Evolution de l'occupation du sol pour le site de Porcellette (source : remonter le temps IGN) ;

Sur le plan du relief, le site est plat avec une pente moyenne de 1% et une maximale de 4% (figure 24). Le relief est donc favorable et ne pose pas de contraintes particulières.

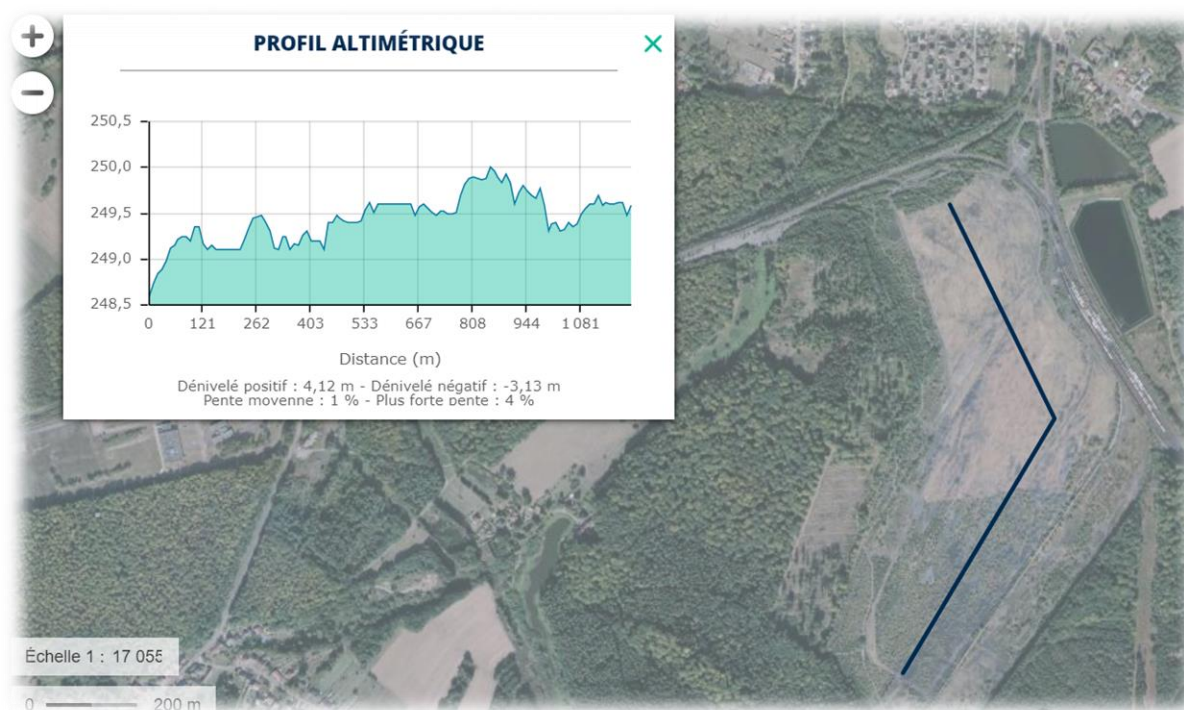


Figure 24 : profil altimétrique de la zone

Pour visualiser l'ensemble des caractéristiques du site, nous allons reprendre et compléter le tableau recensant les contraintes à prendre en compte pour mesurer la faisabilité d'un projet.

Tableau 6 : liste des différentes contraintes sur le site

| Contraintes | Site Porcelette |
|-----------------------------------|---------------------------------------|
| Distance au poste de raccordement | 6,8 Km (853 000€ environ) |
| Niveau d'ensoleillement | 1132 Heures |
| Relief | Plat (moyenne : 1% au plus fort : 4%) |
| Contraintes environnementales | ZNIEFF 1 sur une partie du site |
| Surface | 52 Ha |
| Urbanisme présent sur la zone | Commune soumise au RNU |
| Risques naturels / technologiques | Ancien BASIAS |

Nous remarquons que ce site est intéressant concernant, sa proximité au poste de raccordement, son relief et sa superficie.

Deux points nécessitent une attention approfondie. D'une part, l'environnement (figure 25) étant donné qu'une partie du site est classé en ZNIEFF continentale de type 1. Pour tout projet, des études environnementales sont menées, elles servent à connaître la richesse de la biodiversité présente sur le site. Ces études permettent également de déterminer de la faisabilité d'un projet mais également des mesures complémentaires et de compensations à mettre en œuvre lors de la réalisation de la centrale. Généralement, deux options sont évoquées, la mise en place de mesures complémentaires pour assurer la pérennité du site et de la biodiversité locale. L'autre option est d'éviter la zone concernée dans l'implantation de la centrale (créer deux projets ...). Dans notre cas, la zone concernée étant de faible importance, l'aspect environnemental est à prendre en compte mais ne semble pas rédhibitoire d'entrée.



Figure 25 : contraintes environnementales sur le site de Porcelette

D'autre part, l'urbanisme peut se poser comme un point bloquant pour ce site. Cette commune est soumise au règlement national de l'urbanisme. La principale règle de ce document

est la « règle de constructibilité limitée³⁰ ». Le site étant situé en dehors de la zone urbanisée de la commune le projet semble inconstructible. Toutefois, la zone ayant été exploitée pendant des années, il est possible en s'adressant à la DDT de demander une autorisation spéciale autorisant l'installation d'une centrale solaire photovoltaïque sur le site. Cette démarche est essentielle pour que le projet puisse passer au service développement à Valeco. Cette démarche essentielle allonge les délais de réalisation du projet puisque la consultation auprès de la DDT complique la démarche.

Mesure de la faisabilité du projet et dimensionnement de la centrale envisagée :

Pour mesurer la faisabilité de ce projet, j'ai utilisé l'outil PVrent développé par l'entreprise. Pour cela, voici les informations introduites dans l'outil :

Figure masquée dans un souci de confidentialité

Figure 26 : informations pour le site de porcelette

Grâce à l'outil (figure 26) nous obtenons les informations suivantes : la puissance installée de l'installation serait de 42,5 MWc soit une puissance injectable dans le réseau de 33 MVA nous obtenons un taux de retour sur investissement de 6,82%. Ce chiffre est très important et ce projet semble donc très intéressant et rentable pour l'entreprise et pour la communauté de communes, propriétaire du terrain. Grâce à l'outil nous voyons que le loyer maximal que l'entreprise peut se permettre de proposer pour ce type de projet 11 700 € par an et par hectare soit 608 400 € par an³¹. Ce chiffre prouve la rentabilité importante du projet puisqu'en moyenne les loyers sont compris entre 1800 et 5000 € par hectare et par an.

³⁰ Cette règle interdit toutes constructions dans les parties non urbanisées de la commune.

³¹ Somme versée pour la location du terrain à la personne / collectivité propriétaire du terrain concerné.

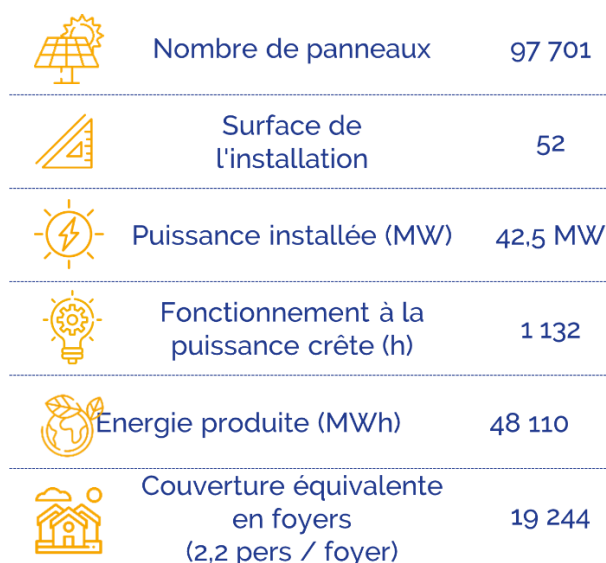


Figure 27 : dimensionnement de la centrale imaginée pour le site de Porcelette

La figure 27 représente le dimensionnement possible de la centrale pour le site de Porcelette. Cette dernière peut compter jusqu'à 97 701 modules solaires. Avec cette puissance la centrale pourrait permettre de couvrir la consommation électrique de près de 19 244 foyers soit 42 337 habitants. Ces chiffres sont liés avec une implantation maximale de 52 Ha, il est possible que ces chiffres soient modifiés au cours du processus si des contraintes nécessitent une implantation spécifique.

Calendrier prévisionnel du projet envisagé (figure 28) :

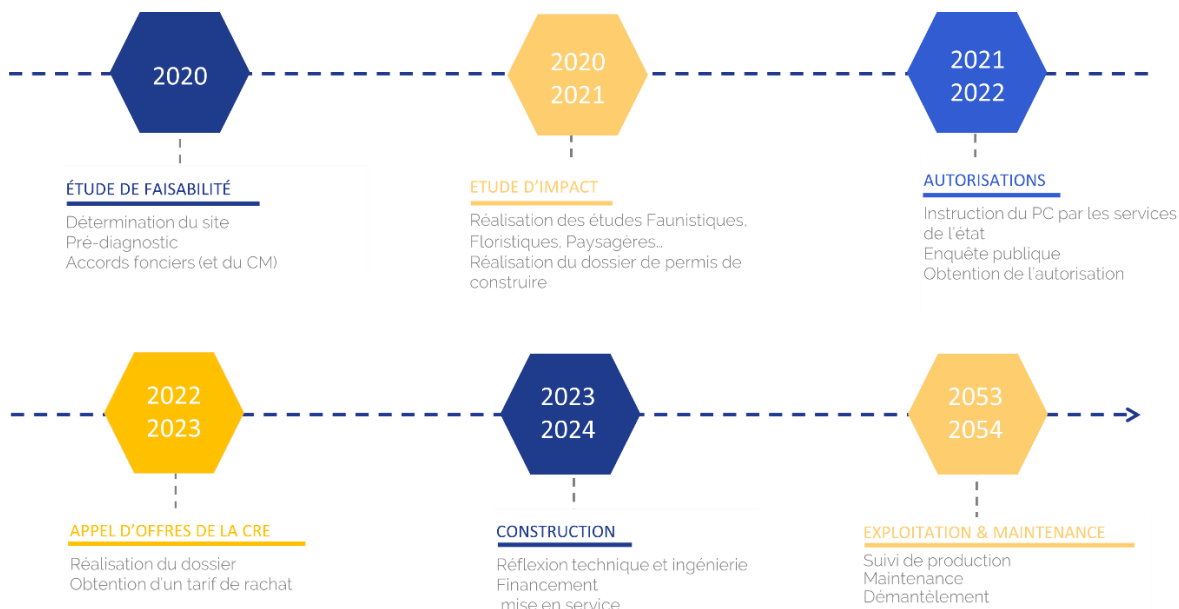


Figure 28 : calendrier prévisionnel du projet

J'ai récemment contacté la communauté de communes propriétaire du terrain afin de fixer un rendez-vous pour échanger sur ce projet. L'épidémie de Covid-19 a rendu les prises de rendez-vous impossible. Nous sommes donc aujourd'hui à la phase de contact avec la communauté de communes sans qu'une date de rendez-vous ne soit encore fixée. Plusieurs projets menés par le service prospection ont été retardés par cet évènement. Toutefois, depuis le déconfinement

plusieurs rendez-vous ont eu lieu sur ma zone d'étude ce qui donne un nouvel élan au service. Les énergies renouvelables sont parmi les secteurs les plus épargnés par la crise économique sans précédent qui frappe notre pays.

Exemple de prospection en zone agricole

Dans cette partie, je vais vous présenter un projet un peu plus avancé que le précédent puisqu'un rendez-vous avec le propriétaire de la parcelle a été fixé. Pour le contexte, le terrain se situe à cheval sur trois communes, celles de Dijon, de Chenôve et de Corcelles-les-Monts (figure 29). Nous avons eu connaissance de ce projet via la plateforme louersonterrain.com. Ce site permet aux particuliers d'inscrire une ou plusieurs parcelles leur appartenant dans le but d'y développer une centrale solaire photovoltaïque. Ce terrain est situé en zone agricole et présente plusieurs aspects qui semblent compliquer le processus de mise en place d'un tel projet. Nous avons toutefois choisi de rencontrer le propriétaire puisque le projet se situe sur la commune de Dijon et une telle proximité avec un projet était à saisir. Il m'a également permis de mener complètement un entretien avec un propriétaire.

Voici quelques points de contexte pour présenter le projet :

- Surface totale : 11,54 Ha ;
- Surface utile : 11,1 Ha ;
- 6 parcelles réparties sur trois communes.

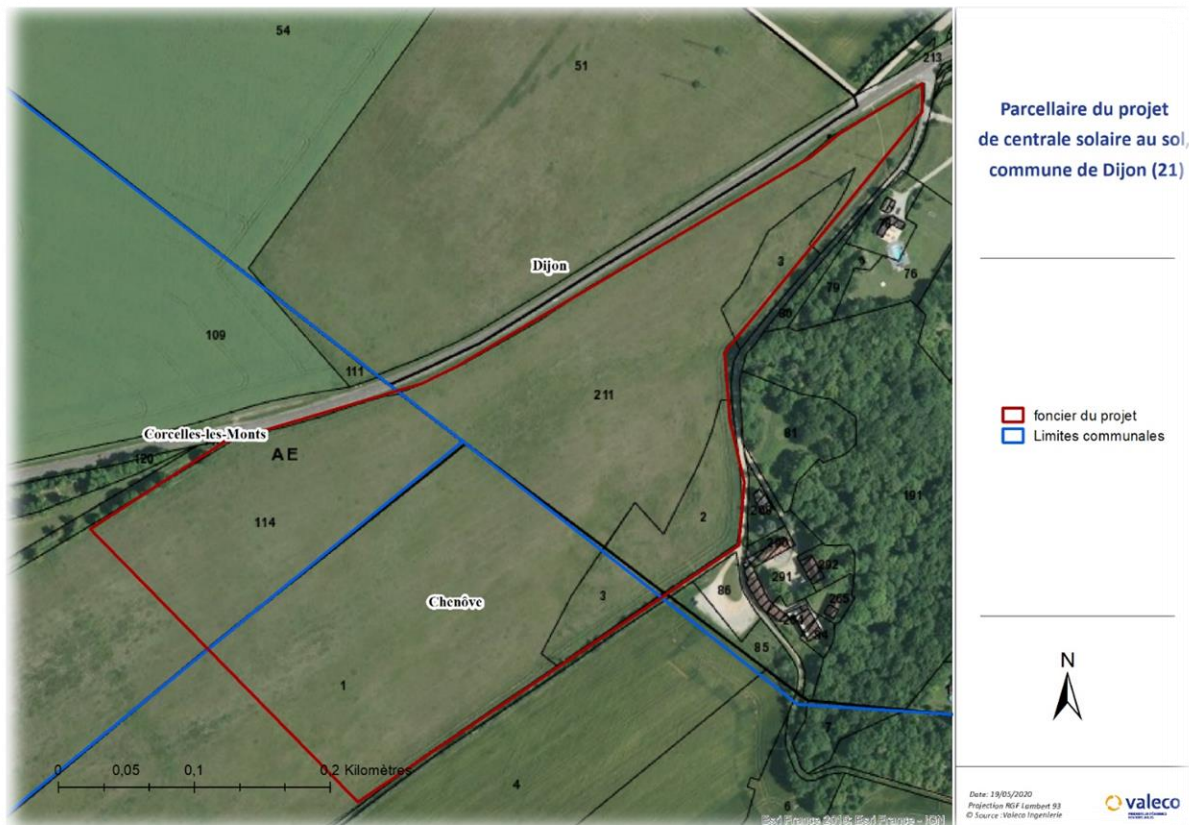


Figure 29 : présentation du foncier du projet Dijon

Nous allons présenter le tableau recensant les contraintes impactant le site de Dijon :

Tableau 7 : liste des contraintes sur le site

| Contraintes | Site Dijon Bergerie |
|-----------------------------------|--|
| Distance au poste de raccordement | 6,1 Km |
| Niveau d'ensoleillement | 1215 Heures |
| Relief | Plat légère pente Sud-Ouest |
| Contraintes environnementales | ZNIEFF 2 et Zone Tampon d'une Zone de Protection Spéciale Natura 2000 ; proximité immédiate avec une zone de protection spéciale Natura 2000 ; d'une zone spéciale de conservation et d'un site d'intérêt communautaire Natura 2000 et d'un espace appartenant au conservatoire des espaces naturels |
| Surface | 11,1 Ha |
| Urbanisme présent sur la zone | Zone N |
| Risques naturels / technologiques | X |
| Nature du terrain | Agricole déclaré à la PAC |







| | | |
|---|--|-----------|
|  | Nombre de panneaux | 26 206 |
|  | Surface de l'installation | 11,1 |
|  | Puissance installée (MW) | 11,624 MW |
|  | Fonctionnement à la puissance crête (h) | 1 151 |
|  | Energie produite (MWh) | 13 121 |
|  | Couverture équivalente en foyers (2,2 pers / foyer) | 5 249 |

Figure 30 : dimensionnement de la centrale solaire au sol de Dijon

Concernant les contraintes entourant ce site, trois aspects apparaissent comme problématiques :

- **L'urbanisme**, en zone N les éléments de production d'énergies renouvelables doivent être intégrés au bâti, les dispositifs au sol sont uniquement autorisés sur les sites pollués ou sur les anciennes décharges. Notre site n'est ni une décharge ni un site pollué. Une seule solution est possible dans ce contexte, demander une modification du zonage du PLUi de Dijon métropole pour y attribuer la mention « pv » ou « EnR ». Cette solution semble compliquée à mettre en œuvre dans ce contexte puisque le PLUi vient d'être approuvé, que ce document couvre une communauté d'agglomération importante et que ce projet n'est pas assez important.
- **L'environnement**, cet aspect semble le plus complexe pour la réalisation d'un projet de ce type. Des études environnementales seront menées pour mesurer de la faisabilité du projet. Toutefois à ce stade, il me semble compliqué de développer un tel projet en zone agricole classée naturelle et avec de tels enjeux environnementaux.

- **L'agriculture**, pour mener à bien ce projet il est nécessaire d'obtenir l'accord de la chambre d'agriculture de la Côte-d'Or. Le terrain concerné par le projet est déclaré à la PAC, l'accord de la chambre est donc nécessaire. Cette démarche peut être complexe puisque le propriétaire du terrain souhaite classer les parcelles voisines en AOP pour y produire du vin. Même si les énergies renouvelables sont intégrées dans l'environnement, une telle proximité avec des objectifs si différents peut être mal perçue par les élus locaux et la chambre d'agriculture.

Pour donner suite à ce rendez-vous, plusieurs démarches sont à adopter. Les deux premières sont d'obtenir une modification du zonage du PLUi auprès de la communauté d'agglomération de Dijon. Une seconde est d'obtenir l'aval de la chambre d'agriculture. Après avoir obtenu ces deux mesures indispensables nous pourrions obtenir la maîtrise foncière d'un projet via la signature d'un bail emphytéotique entre le propriétaire et Valeco. Cette rencontre a eu lieu avec le propriétaire de la parcelle le mardi 26 mai 2020.

Cette expérience m'a permis de croiser différentes méthodes apprises lors de mon cursus universitaire. Tout d'abord la première partie des missions de prospection résulte à faire de la recherche de site par le biais cartographique. La partie SIG est primordiale puisque sans cette tâche il n'y aurait pas de nouveaux sites détectés. J'ai ensuite pu approfondir de nombreux aspects du domaine de la décision et du jeu d'acteur au sein des territoires. La décision et son processus sont une approche au quotidien dans les missions de prospection. Nous abordons généralement cet aspect par le biais de rencontres avec les élus locaux (communes, EPCI) et les collectivités concernées par le projet (chambre d'agriculture, DDT, préfecture...). Grâce à ce stage, j'ai eu l'occasion de mener à bien des rencontres et des réunions avec les acteurs de terrain. J'ai également approfondi mes connaissances dans le domaine des énergies renouvelables en général. J'ai découvert le domaine du solaire photovoltaïque que je ne connaissais que très peu. Cette expérience m'a donc permis de croiser, confronter et renforcer les méthodes utilisées lors de différents projets universitaires.

Au cours de ma première année de master, j'ai eu l'occasion de travailler autour des enjeux et du processus de décision dans le secteur éolien. Cet enseignement m'a donné envie de travailler dans le secteur des énergies renouvelables qui m'intéresse énormément et me permet aujourd'hui un épanouissement professionnel. Lors de mon entretien d'embauche pour ce stage j'étais parti dans l'idée de poursuivre dans ce secteur pour lequel j'avais déjà des connaissances. Valeco m'a alors proposé un poste dans le solaire que j'ai accepté avec la curiosité de découvrir un secteur que je ne connaissais que très peu. J'ai alors découvert des aspects nouveaux et très intéressants. Aujourd'hui je ne regrette pas du tout ce choix et je m'épanouis pleinement dans le secteur du solaire photovoltaïque. J'ai eu l'occasion de discuter et de voir les processus de décision et de prospection pour les deux domaines et j'ai donc pu relever des différences majeures entre ces derniers (éolien et solaire). Tout d'abord, l'éolien est un secteur clivant et qui souffre d'un manque d'acceptation locale des projets. Pour les deux régions sur lesquelles j'ai échangé, de nombreuses contraintes viennent compliquer la prospection : pour le Grand-Est, la multitude de contraintes aérienne (militaire ; radars météorologiques) rend l'espace disponible très contraint. Le solaire est mieux intégré au paysage et est donc mieux accepté localement. À ma connaissance il n'existe pas d'associations anti-photovoltaïque sur le territoire. À l'inverse dès qu'un projet éolien est envisagé, une association de riverains se monte pour compliquer le processus de décision autour du projet. Pour moi, les deux secteurs sont intimement liés et complémentaires pour atteindre un mix énergétique fiable et compétitif en France. Il faut voir ces deux secteurs comme complémentaires et indispensables au futur énergétique mondial. Le secteur éolien est déjà bien implanté sur le

territoire français à l'inverse du photovoltaïque au sol qui possède un potentiel de développement encore important. Nous sommes au début du développement de la filière du photovoltaïque à l'échelle mondiale. De nombreux projets internationaux de grand ampleur se développent comme en Inde, au Maroc ou encore en Arabie-Saoudite. Face aux différentes pressions environnementales et climatiques, il est important de développer ces formes plus durables de production d'énergie. De nombreuses avancées technologiques permettent d'améliorer l'efficacité ou même d'ouvrir de nouveaux espaces pour développer les énergies renouvelables (développement des technologies offshores et flottantes...). Ce secteur est en plein essor ce qui est une chose positive puisqu'une prise de conscience est donc entrain d'opérer. Les comportements, habitudes et représentations environnementales des individus est en pleine mutation. Nous tendons vers une acceptation et même une volonté collective de développer ces projets dans le futur. Cette volonté s'accompagne aussi d'un désir de réappropriation locale des différentes sources d'énergies. Les espaces ruraux souvent en marge des grandes directives de l'Etat ont dans ce secteur la possibilité de s'affirmer comme moteur de la transition énergétique. L'espace rural se pose alors comme terre d'avenir avec de nombreuses potentialités pour le développement des énergies renouvelables.

Conclusion et prise de recul

En cette période de crise sans précédent le domaine des énergies renouvelables semble relativement épargné par rapport aux autres secteurs. Le secteur du solaire bénéficie d'un engouement croissant à l'échelle mondiale et ses objectifs de croissance sont élevés. En France, le Sénat et le gouvernement veulent notamment appuyer la relance économique tout en conservant la transition énergétique et écologique engagée sur le territoire. Cette volonté est encourageante pour le secteur. Au sein de Valeco, le service développement territorial est en plein essor pour répondre aux différents objectifs de développement des énergies renouvelables. La France possède des ressources inexploitées pour le déploiement des EnR.

Concernant le Grand-Est, les objectifs de développement durable proposés dans le SRADDET y sont ambitieux. Cette région possède un nombre important de carrières, d'anciens sites pollués ou de friches industrielles, ce qui constitue un réel atout pour le développement du photovoltaïque. L'engouement de la filière dans la zone est relativement nouveau mais de nombreux développeurs sont dorénavant présents dans cet espace. Les sites les plus intéressants dans la région ont globalement tous été contactés ou développés. Le travail de prospection demande donc plus de réflexion de travail qu'avant. Un gros travail de contact est nécessaire pour convaincre les propriétaires, les acteurs ou les collectivités locales de s'engager dans le secteur du photovoltaïque. Le service prospection dont les missions sont situées en amont des projets se heurte généralement aux différents jeux d'acteurs présents sur le terrain et dont les objectifs sont parfois contradictoires. Parfois au sein même des institutions déconcentrées de l'Etat, les visions sont opposées concernant les énergies renouvelables. Nous pouvons citer en exemple, les chambres d'agriculture souvent réticentes envers les projets en terrains agricoles de faibles rendements alors que les différents ministères ne cessent de prôner le développement de formes plus propres de production d'énergie. Les relations entre les associations locales d'habitants, les collectivités concernées et les développeurs sont plus calmes et constructives dans le secteur du photovoltaïque que dans l'éolien car ce dernier est un sujet très clivant pour les territoires concernés.

Les méthodes utilisées dans notre service présentent des aspects novateurs dans la recherche de site, dans les propositions techniques pour les projets et dans l'insertion du projet au contexte local. L'entreprise par ses différentes compétences sur la chaîne des métiers est présente dans l'ensemble des domaines liés à la décision, des rencontres préliminaires avec les élus, les habitants ou les collectivités concernées, jusqu'aux relations avec les entreprises de BTP locales en charge des travaux de construction, de maintenance et de démantèlement des centrales.

Cette expérience dans le domaine des énergies renouvelables m'a apporté des connaissances, de l'expérience mais surtout une approche humaine enrichissante. Avoir eu l'opportunité de travailler dans ce domaine a été une expérience éthique qui me motive à poursuivre dans cette voie. J'ai été confronté à différentes visions et le fait d'engager le dialogue, de chercher des compromis ou de tenter de convaincre des individus m'a fait mûrir et m'a permis d'avoir confiance en mes connaissances et dans mon discours. Pour la plupart des projets, une motivation et un sens de l'organisation sont nécessaires puisque nous évoluons au quotidien dans les méandres du mille-feuilles administratif français avec ses qualités mais également ses procédures parfois compliquées et longues. Toutefois, l'administration française est impliquée activement dans la transition écologique et énergétique et de nombreux décrets ont facilité et encouragé le développement de projets en lien avec les énergies renouvelables. J'évoquais

précédemment la lourdeur des procédures administratives dans les démarches du quotidien. Une prise de recul est nécessaire puisqu'un encadrement de la filière est important, cela évite les débordements comme le secteur en a connu par le passé. De plus ces formalités n'ont pas pour vocation principale d'alourdir le tâche des développeurs dans le domaine des énergies renouvelables. Les objectifs visés par l'Etat favorisent le développement des énergies renouvelables sur le territoire et les procédures vont donc certainement être amenées à une modification voir à une simplification dans le futur.

Les missions que j'ai effectuées au sein du service développement territorial relèvent plus de la géoprospection que de la prospection classique. Ces méthodes permettent d'avoir une certaine proximité avec le territoire et les élus et donc favorise une meilleure acceptation du projet.

Annexes

Annexe 1 : présentation des trente objectifs de développement du SRADDET (source SRADDET Grand-Est) :

30
objectifs

Axe 1) Changer de modèle pour un développement vertueux de nos territoires

Pour une région engagée dans les transitions énergétique et écologique

Choisir un modèle énergétique durable

- 1 Devenir une région à **énergie positive et bas carbone** à l'horizon 2050
- 2 Accélérer et amplifier les **rénovations** énergétiques du bâti
- 3 Rechercher l'efficacité énergétique des **entreprises** et l'économie verte
- 4 Développer les **énergies renouvelables** pour diversifier le mix énergétique
- 5 Optimiser et adapter les **réseaux** de transport d'énergie

Valoriser nos richesses naturelles et les intégrer dans notre développement

- 6 Protéger et valoriser la **nature**, la fonctionnalité des milieux et les paysages
- 7 Préserver et reconquérir la **Trame verte et bleue**
- 8 Développer une **agriculture** durable de qualité à l'export comme en proximité
- 9 Valoriser la ressource en **bois** avec une gestion multifonctionnelle des forêts
- 10 Améliorer la gestion qualitative et quantitative de la ressource en **eau**
- 11 Economiser le **foncier** naturel, agricole et forestier

Vivre nos territoires autrement

- 12 Généraliser l'**urbanisme** durable pour des territoires attractifs et résilients
- 13 Développer l'**intermodalité** et les **mobilités** nouvelles au quotidien
- 14 Reconquérir les **friches** et accompagner les territoires en mutation
- 15 Améliorer la **qualité de l'air**, enjeu de santé publique
- 16 Déployer l'**économie circulaire** et responsable dans notre développement
- 17 Réduire, valoriser et traiter nos **déchets**

Axe 2) Dépasser les frontières et renforcer la cohésion pour un espace européen

Pour une organisation structurée et des coopérations aux échelles interterritoriales, interrégionales et transfrontalières

Connecter les territoires au-delà des frontières

- 18 Accélérer la révolution **numérique** pour tous
- 19 Gommer les **frontières** et ouvrir le Grand Est à 360°
- 20 Valoriser les flux et devenir une référence en matière de **logistique multimodale**

Solidariser et mobiliser les territoires

- 21 Consolider l'**armature urbaine**, moteur des territoires
- 22 Moderniser les **infrastructures de transport** et désenclaver les territoires
- 23 Optimiser les **coopérations** et encourager toutes formes d'expérimentation
- 24 Organiser les **gouvernances** et associer les acteurs du territoire

Construire une région attractive dans sa diversité

- 25 Adapter l'**habitat** aux nouveaux modes de vie
- 26 Rechercher l'égalité d'accès à l'**offre de services**, de santé, sportive et culturelle
- 27 Développer une **économie locale** ancrée dans les territoires
- 28 Améliorer l'**offre touristique** en s'appuyant sur nos spécificités

En conclusion, impliquer chacun pour un élan collectif

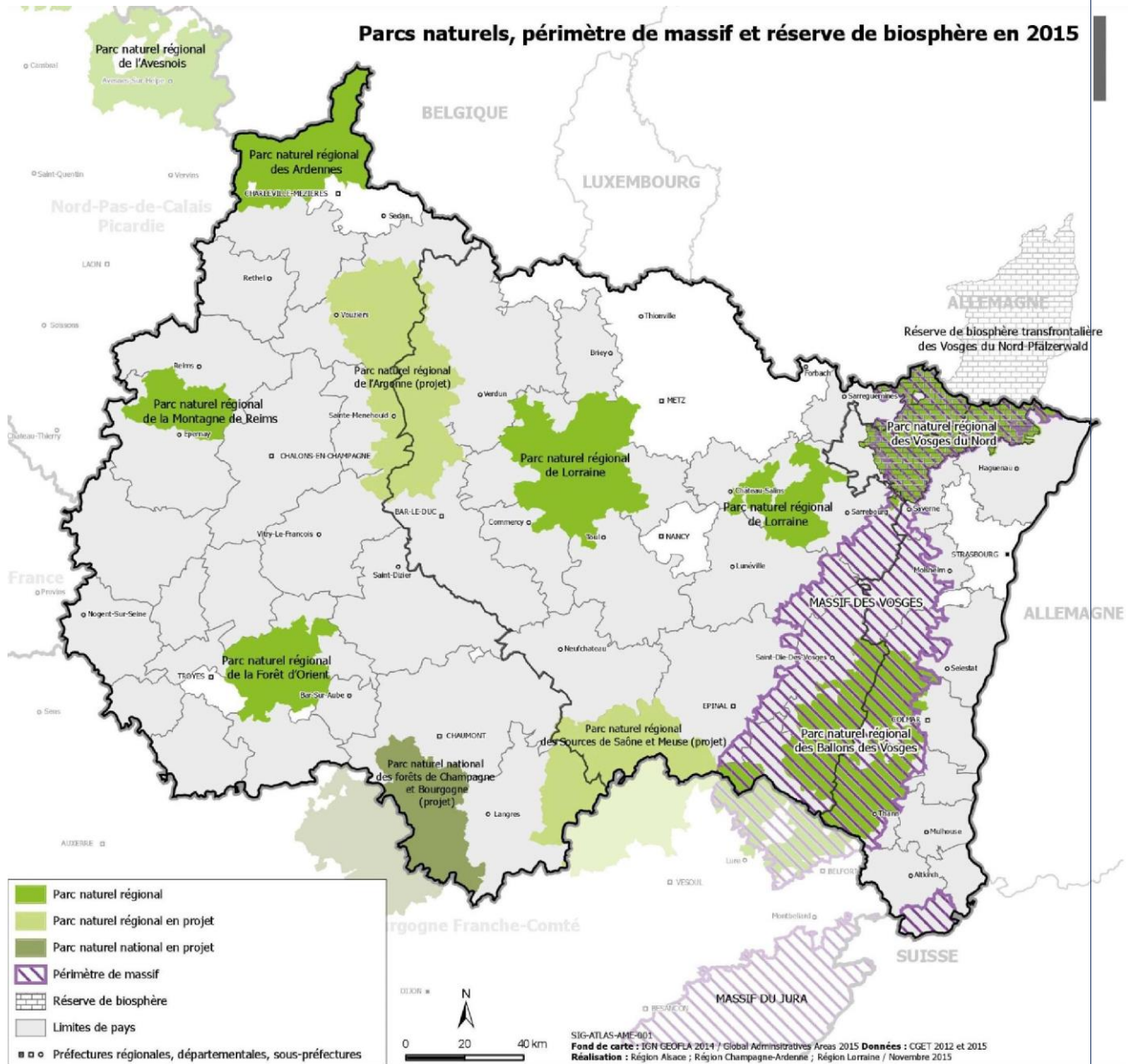
- 29 Placer le **citoyen** et la connaissance au cœur du projet régional
- 30 Rêver Grand Est et construire collectivement une **image positive** du territoire

Annexe 2 : objectifs intermédiaires dans l'atténuation du changement climatique pour 2050 :

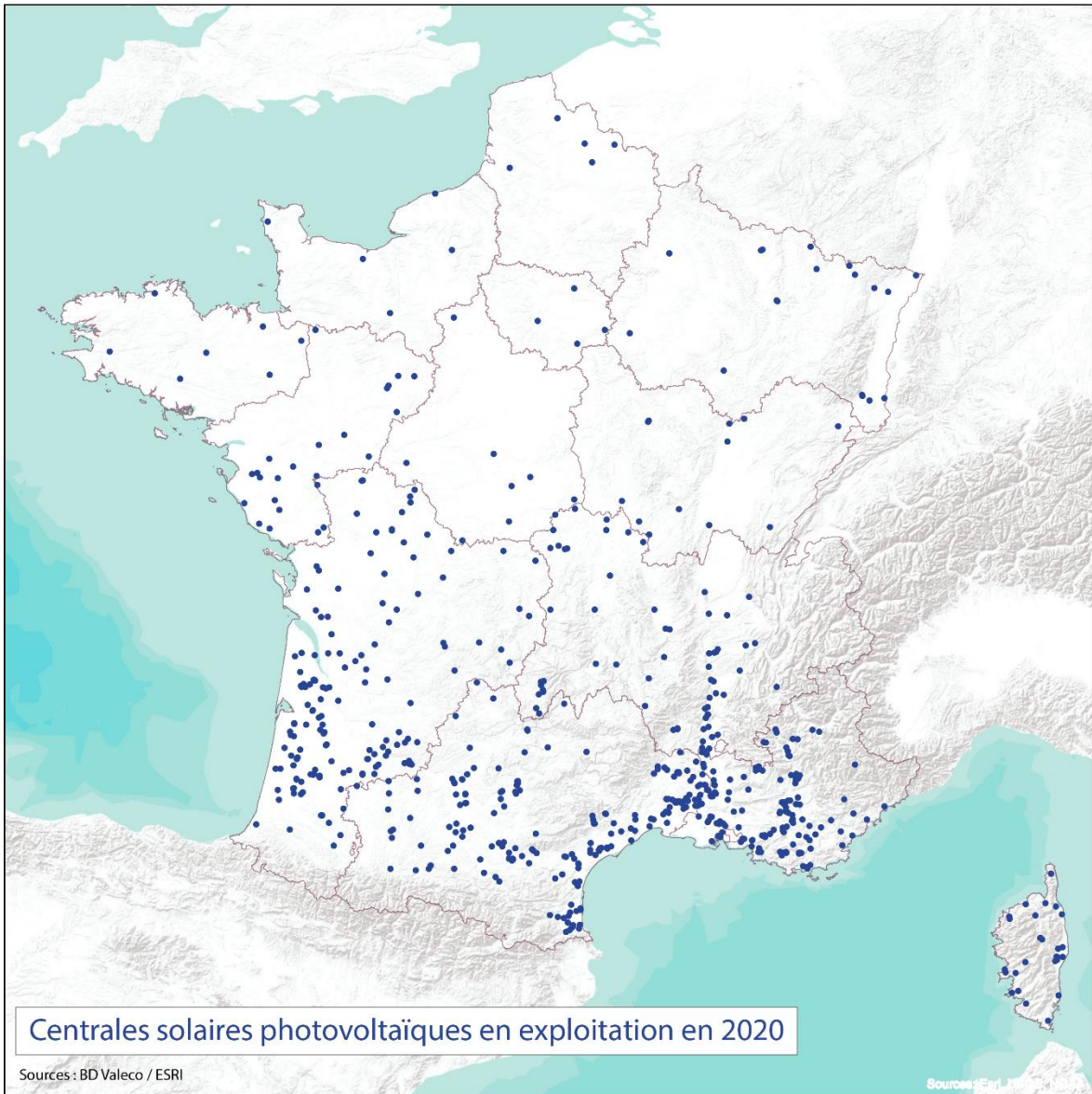
**SRADDET GRAND EST : OBJECTIFS QUANTITATIFS ATTENUATION DU
CHANGEMENT CLIMATIQUE****Trajectoire "Région à énergie positive et bas carbone à 2050"**

| | 2021 | 2026 | 2030 | 2050 |
|---|------|------|--------|------|
| Réduction des émissions de GES - global | | | | |
| Réduction des émissions de gaz à effet de serre (par rapport à 1990 - estimation) | -41% | -48% | -54,0% | -77% |
| Maîtrise de la consommation énergétique | | | | |
| Réduction de la consommation énergétique finale (par rapport à 2012) | -12% | -21% | -29% | -55% |
| Réduction de la consommation des énergies fossiles (par rapport à 2012) | -15% | -32% | -46% | -90% |
| Développement des énergies renouvelables et de récupération | | | | |
| % EnR produite dans la consommation d'électricité | 41% | 50% | 60% | 100% |
| % EnR produite dans la consommation de chaleur | 20% | 27% | 34% | 100% |
| % EnR dans la consommation de carburants du secteur des transports | 10% | 16% | 20% | 95% |
| % EnR dans la consommation de gaz | 3% | 8% | 13% | 84% |
| Région à énergie positive et bas carbone | | | | |
| % EnR dans la consommation énergétique finale | 25% | 33% | 41% | 100% |

Annexe 3 : PNR, réserves de biosphère en 2015 pour la région Grand-Est :



Annexe 4 : Centrales solaires en exploitation en France en 2020



Bibliographie

AGATOR Jean-Marc, DEVEZEAUX DE LAVERGNE Jean-Guy, Club de l'orme (Saint-Aubin E, éditeurs. Sciences humaines et sociales & photovoltaïque : journée d'étude, 25 avril 2017, CEA Saclay. Cachan : MSH Paris-Saclay éditions ; 2018.

DODANE Clément, JOLIVEAU Thierry, RIVIERE-HONEGGER Anne. Simuler les évolutions de l'utilisation du sol pour anticiper le futur d'un territoire. Cybergéo. 1 oct 2014 ; Système, Modélisation, Géostatistique (2014) :31.

DURUISSEAU Kévin. Transition énergétique et géographie : le photovoltaïque au sol dans le sud de la France. Aix-Marseille université ; 2016.

EMSELLEM Karine, LIZIARD Sophie, SCARELLA Floriane. La géoprospective : l'émergence d'un nouveau champ de recherche ? L'espace géographique. 2012 ;2012/2(41) :154 à 168.

ETIENNE Michel. La modélisation d'accompagnement : une forme particulière de géoprospective. L'Espace géographique. 19 sept 2012 ; Tome 41(2) :128-37.

FONTAINE Antoine. De la source à la ressource. Territoires, héritages et coopération autour de la valorisation de l'énergie solaire en Rhône-Alpes. [Grenoble] : Grenoble Alpes ; 2018.

GOURMELON Françoise, HOUET Thomas, VOIRON-CANICIO Christine, JOLIVEAU Thierry. La Géoprospective, apport des approches spatiales à la prospective. L'espace géographique. 2012 ;2012/2(41) :97-8.

GUEORGUIEVA-FAYE Diana. Le problème de l'acceptation des éoliennes dans les campagnes françaises : deux exemples de la proximité géographique. Développement durable et territoire. 2006;(7) :15.

MAZAUD Caroline, PIERRE Geneviève. Un territoire rural dans la transition énergétique : entre démarche participative et intérêts particuliers. Lien social et Politiques. 2019;(82) :118.

MORIN Jean-Frédéric. Les régimes internationaux de l'environnement. In : L'Enjeu mondial [Internet]. Paris : Presses de Sciences Po ; 2015. p. 113-23. (Annuels). Disponible sur : <https://www.cairn.info/l-enjeu-mondial--9782724617504-p-113.htm>

PACCAUD Françoise. L'assemblée générale des nations unies pour l'environnement : un premier essai non transformé du PNUE. Revue juridique de l'environnement. 2014 ;39(4) :641-50.

Sitographie

Ministère de la cohésion des territoires et des relations avec les collectivités territoriales, consulté le 4 mai 2020 : <https://www.cohesion-territoires.gouv.fr/sraddet-un-schema-strategique-prescriptif-et-integrateur-pour-les-regions>

Ministère de la cohésion des territoires et des relations avec les collectivités territoriales, consulté le 4 mai 2020 : <https://www.cohesion-territoires.gouv.fr/le-scot-un-projet-strategique-partage-pour-le-developpement-de-lamenagement-dun-territoire>

Agence internationale de l'énergie, consulté de multiples fois entre janvier en juin 2020 : <https://www.iea.org/>

Ministère de la transition écologique et solidaire, consulté le 4 mai 2020 : <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/comprendre-giec>

Sommet de la Terre à Rio, consulté le 30 avril 2020 : <http://solidarites.info/sommet-de-la-terre.php>

Loi climat de la transition européenne : 2 articles consultés le 14 mars 2020 : https://www.lemonde.fr/climat/article/2020/03/04/les-ambiguites-de-la-loi-climat-presentee-par-la-commission-europeenne_6031733_1652612.html / https://www.lemonde.fr/planete/article/2020/01/14/le-plan-de-la-commission-europeenne-pour-aider-a-financer-la-transition-ecologique_6025837_3244.html

Chiffre sur les investissements dans les EnR : <https://www.unenvironnement.org/fr/actualites-et-recits/communiquede-presse/une-decennie-dinvestissement-dans-les-energies>

Contributeurs de Wikipédia, "Conférence des Nations unies sur l'environnement de Stockholm," *Wikipédia, l'encyclopédie libre*, [https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Conf%C3%A9rence des Nations unies sur l%27environnement de Stockholm&oldid=171435600](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Conf%C3%A9rence_des_Nations_unies_sur_l%27environnement_de_Stockholm&oldid=171435600) (Page consultée le mai 29, 2020).

Contributeurs de Wikipédia, "Protocole de Kyoto," *Wikipédia, l'encyclopédie libre*, [https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Protocole de Kyoto&oldid=171736924](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Protocole_de_Kyoto&oldid=171736924) (Page consultée le juin 6, 2020).

Contributeurs de Wikipédia, "Programme des Nations unies pour l'environnement," *Wikipédia, l'encyclopédie libre*, [https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Programme des Nations unies pour l%27environnement&oldid=171612270](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Programme_des_Nations_unies_pour_l%27environnement&oldid=171612270) (Page consultée le juin 3, 2020).

"Puissance nominale." *Wikipédia, l'encyclopédie libre*. 31 mars 2020

"Prospective territoriale." *Wikipédia, l'encyclopédie libre*. 28 mars 2020

Contributeurs de Wikipédia, "Chronologie du droit de l'environnement en France," *Wikipédia, l'encyclopédie libre*, [https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Chronologie du droit de l'environnement en France&oldid=169428982](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Chronologie%20du%20droit%20de%20l%27environnement%20en%20France&oldid=169428982) (Page consultée le avril 11, 2020).

Contributeurs de Wikipédia, "Liste des ministres français de l'Écologie," *Wikipédia, l'encyclopédie libre*, [https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Liste des ministres français de l'Écologie&oldid=169512256](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Liste%20des%20ministres%20fran%C3%A7ais%20de%20l%27%C3%89cologie&oldid=169512256) (Page consultée le avril 13, 2020).

Contributeurs de Wikipédia, "Grenelle II, » *Wikipédia, l'encyclopédie libre*, [https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Grenelle II&oldid=169518581](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Grenelle%20II&oldid=169518581) (Page consultée l'avril 13, 2020).

Contributeurs de Wikipédia, "Conseil supérieur de l'énergie," *Wikipédia, l'encyclopédie libre*, [https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Conseil supérieur de l'énergie&oldid=167765700](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Conseil%20sup%C3%A9rieur%20de%20l%27%C3%A9nergie&oldid=167765700) (Page consultée le février 24, 2020).

Contributeurs de Wikipédia, "Commission de régulation de l'énergie," *Wikipédia, l'encyclopédie libre*, [https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Commission de régulation de l'énergie&oldid=164874151](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Commission%20de%20r%C3%A9gulation%20de%20l%27%C3%A9nergie&oldid=164874151) (Page consultée le février 24, 2020).

Contributeurs de Wikipédia, "Schéma régional de raccordement au réseau des énergies renouvelables," *Wikipédia, l'encyclopédie libre*, https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Sch%C3%A9ma_r%C3%A9gional_de_raccordement_au_r%C3%A9seau_des_%C3%A9nergies_renouvelables&oldid=150173510 (Page consultée le février 24, 2020).

Contributeurs de Wikipédia, "Schéma régional climat air énergie," *Wikipédia, l'encyclopédie libre*, https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Sch%C3%A9ma_r%C3%A9gional_climat_air_%C3%A9nergie&oldid=169834540 (Page consultée le avril 21, 2020).

Contributeurs de Wikipédia, "Pacte écologique," *Wikipédia, l'encyclopédie libre*, https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Pacte_%C3%A9cologique&oldid=170163123 (Page consultée le avril 28, 2020).

Table des figures

| | |
|---|----|
| Figure 1 : prévision de la croissance des capacités dans le secteur des EnR 2019-2024 (source IAE) | 10 |
| Figure 2 : mix énergétique mondial en 2020 (source IAE) | 11 |
| Figure 3 : évolution des investissements dans le secteur des énergies renouvelables entre 2010 et 2019 (source PNUE, 2020) | 11 |
| Figure 4 : parc photovoltaïque en France au 31 décembre 2019 | 12 |
| Figure 5 : centrale solaire de Lunel | 15 |
| Figure 6 : répartition des projets Valeco en 2020 (Source Valeco 2020) | 16 |
| Figure 7 : schéma présentant les différentes relations possibles entre les documents d'urbanisme (Source Valeco, septembre 2019). | 18 |
| Figure 8 : caractérisation des relations entre les différents documents d'urbanisme (source Valeco 2019). | 19 |
| Figure 9 : présentation des trois axes pour définir la stratégie du SRADET régional (source SRADET Grand-Est) | 21 |
| Figure 10 : objectifs chiffrés pour la transition énergétique régional (source SRADET Grand-Est) ; | 22 |
| Figure 11 : Présentation des départements de la région Grand-Est. | 23 |
| Figure 12 : photographie aérienne de la centrale Toul-Rosières | 25 |
| Figure 13 : évolution de l'occupation du sol entre 1950 et aujourd'hui au niveau de l'ancienne base aérienne 136 | 25 |
| Figure 14 : exemple de terrains dégradés (source Pixabay, banque d'image libre de droits) | 29 |
| Figure 15 : exemple d'ombrière photovoltaïque (Fleury-Mérogis projet Valeco) | 30 |
| Figure 16 : localisation des zones situées à plus de 10 kilomètres d'un poste de raccordement ... | 33 |
| Figure 17 : image issue de Solargis. | 35 |
| Figure 18 : Exemple d'utilisation de l'outil PVrent | 39 |
| Figure 19 : résultats de l'outil PVrent. | 40 |
| Figure 20 : calendrier de réalisation d'un projet solaire (source Valeco) : | 41 |
| Figure 21 : exemple de sites dégradés repérés grâce à la prospection territoriale commune de SE (57) | 45 |
| Figure 22 : localisation Porcelette | 47 |
| Figure 23 : Evolution de l'occupation du sol pour le site de Porcelette (source : remonter le temps IGN) ; | 48 |
| Figure 24 : profil altimétrique de la zone | 48 |
| Figure 25 : contraintes environnementales sur le site de Porcelette | 49 |
| Figure 26 : informations pour le site de porcelette | 50 |
| Figure 27 : dimensionnement de la centrale imaginée pour le site de Porcelette | 51 |
| Figure 28 : calendrier prévisionnel du projet | 51 |
| Figure 29 : présentation du foncier du projet Dijon | 52 |
| Figure 30 : dimensionnement de la centrale solaire au sol de Dijon | 53 |

Table des tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau 1 : évolution de la puissance raccordée au réseau par types d'énergies renouvelables ... | 23 |
| Tableau 2 : critères de notation des projets lors des AO CRE | 30 |
| Tableau 4 : part des territoires situés à moins de 10 kilomètres d'un poste de raccordement ; | 33 |
| Tableau 5 : présentation des différentes contraintes | 38 |
| Tableau 6 : résumé des différents concepts liés à la géoprospection dans la littérature étudiée .. | 43 |
| Tableau 7 : liste des différentes contraintes sur le site | 49 |
| Tableau 8 : liste des contraintes sur le site | 53 |

Sommaire

| | |
|---|----|
| Remerciements | 5 |
| Mise en contexte..... | 7 |
| Les énergies renouvelables : quel bilan dresser du symbole de la transition énergétique ? | 9 |
| PARTIE I : SITE MATERIEL ET METHODE | 15 |
| Présentation de l'entreprise : | 15 |
| Cadre réglementaire autour des énergies renouvelables..... | 17 |
| Présentation de la zone de prospection : | 23 |
| PARTIE II : La prospection territoire solaire, des méthodes se rapprochant plus de la Géoprospection que de la prospection territoriale classique..... | 27 |
| Présentation des missions :..... | 27 |
| Prospection solaire : quelle méthode ? | 27 |
| La géoprospection, définition et présentation de ce contexte novateur dans le domaine de l'aménagement du territoire..... | 42 |
| <i>Introduction et définition</i> | 42 |
| La modélisation, élément clé de la méthode de géoprospection..... | 43 |
| Prospection territoriale solaire et géoprospection : quels sont les points communs ? | 44 |
| Partie III : résultats et discussion..... | 47 |
| Exemple de recherche de sites potentiels dans les régions du Grand-Est et de Bourgogne- Franche-Comté..... | 47 |
| Mesure de la faisabilité du projet et dimensionnement de la centrale envisagée :..... | 50 |
| Exemple de prospection en zone agricole | 52 |
| Conclusion et prise de recul | 56 |
| Annexes | 58 |
| Bibliographie | 62 |
| Sitographie | 63 |
| Table des figures | 66 |
| Table des tableaux | 67 |
| Résumé..... | 69 |
| Mots clés | 69 |

Résumé

La raréfaction des ressources fossiles et la volonté de réduire l'impact carbone du secteur de production d'énergie poussent à trouver des alternatives énergétiques. Les changements environnementaux globaux étant de plus en plus forts, les énergies renouvelables s'affirment de plus en plus comme la solution de **demain** et font l'objet d'une augmentation spectaculaire des projets. Les deux secteurs majeurs sont l'hydroélectricité et l'énergie éolienne. Depuis plusieurs années, par le biais de moratoires, de décrets et de projets de lois, l'Etat français tente de développer les énergies renouvelables. Ce mémoire est consacré à une forme de production en plein essor et qui nourrit de nombreuses ambitions pour l'avenir, l'énergie solaire photovoltaïque. De nombreuses entreprises spécialisées dans les énergies renouvelables commencent à développer des projets de centrales photovoltaïques au sol en France. Notre territoire national possède un potentiel intéressant pour développer des centrales photovoltaïques et ce, malgré un ensoleillement modeste. Cette énergie possède une image plutôt positive au sein de l'imaginaire collectif et bénéficie d'une acceptation locale plus importante que l'éolien notamment. Nous nous intéressons dans ce mémoire à la géoprospection. Ma principale mission a été d'identifier des sites potentiels de développement et d'entamer les négociations avec les différents acteurs concernés. Nous verrons que le processus de décision autour des énergies renouvelables est complexe et mobilise de nombreuses institutions déconcentrées de l'Etat et des savoir-faires dont disposent les géographes.

Mots clés

Energies renouvelables ; Photovoltaïque ; Géoprospection ; Décision ; Transition énergétique ; Grand-Est ; Bourgogne-Franche-Comté